

**EFISIENSI PENURUNAN KADAR LOGAM Cr DENGAN
METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN
Cyperus haspan PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

SKRIPSI

Oleh :

Riza Amanah

145100901111006



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**EFISIENSI PENURUNAN KADAR LOGAM Cr DENGAN
METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN
Cyperus haspan PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

SKRIPSI

Oleh :

Riza Amanah

145100901111006

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : EFISIENSI PENURUNAN KADAR LOGAM Cr
DENGAN METODE FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN TANAMAN *Cyperus*
haspan PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI
BATIK

Nama Mahasiswa : Riza Amanah
NIM : 145100901111006
Jurusan : TEP / Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknologi Pertanian

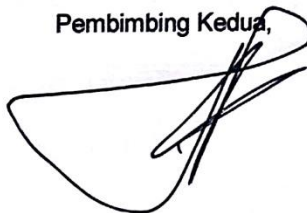
Pembimbing Pertama,



Prof. Dr. Ir. Ruslan Wiroseodarmo, MS

NIP. 19530112 198003 1 003

Pembimbing Kedua,



Fajri Anugroho, STP, M.Agr., Ph. D

NIP. 2012017303281001

Tanggal Persetujuan :

Tanggal Persetujuan :

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : EFISIENSI PENURUNAN KADAR LOGAM Cr
DENGAN METODE FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN TANAMAN *Cyperus*
haspan PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI
BATIK

Nama Mahasiswa : Riza Amanah
NIM : 145100901111006
Jurusan : TEP / Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,

Prof. Dr. Ir. Ruslan Wirosoedarmo, MS
NIP. 19530112 198003 1 003

Dosen Penguji II,

Fajri Anugroho, STP, M.Agr., Ph. D
NIP. 2012017303281001

Dosen Penguji III,

Dr. Eng. Evi Kurniati, STP, MT
NIP. 19760415 199903 2 001

Ketua Jurusan

La Choviya Hawa, STP, MP., Ph.D.
NIP. 19780307 200012 2 001

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Riza Amanah yang dilahirkan di Surakarta, 24 Nopember 1995. Penulis merupakan anak Ketiga dari Ayah yang bernama Drs. Radji dan Ibu yang bernama Siswantini. Riza Amanah menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Ummu Aiman pada tahun 2002, Sekolah Dasar di SDIT Nur Hidayah 2008, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Surakarta tahun 2011, Sekolah Menengah Atas di SMA Al-Islam Surakarta tahun 2014. Penulis berhasil menyelesaikan Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Kota Malang pada tahun 2018.

Pengamalan organisasi penulis selama masa perkuliahan yaitu staff muda Kementrian Dalam Negeri Eksekutif Mahasiswa Universitas Brawijaya tahun 2014, staff divisi humas Brawijaya Creator Fest tahun 2014, staff divisi LO Kompetisi Debat Brawijaya IV tahun 2014, staff madya Kementrian Dalam Negeri Eksekutif Mahasiswa Universitas Brawijaya tahun 2015, Koordinator divisi humas Brawijaya Creator Fest tahun 2015, staff divisi acara Pasar Brawijaya tahun 2015, staff divisi humas FORKITA Fakultas Teknologi Pertanian tahun 2015-2016, staff kementrian Hubungan Luar

repository.ub.ac.id

Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian tahun
2016, staff divisi LO Kongres Ikatan Mahasiswa Teknik
Lingkungan Indonesia tahun 2016

“Man Jadda Wajada”

“Man Shobaro Zafiro”

Alhamdulillah terimakasih Ya Allah atas segala
kemudahan yang telah Engkau berikan

Terimakasih Ayah, Ibu, Kakak, Teman-teman yang selalu
memberi dukungan dan motivasi

Semoga ilmu yang telah didapat bisa memberikan
manfaat bagi saya sendiri maupun lingkungan sekitar

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Riza Amanah
NIM : 145100901111006
Program studi : Teknik Lingkungan
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul tugas akhir : Efisiensi Penurunan Kadar Logam Cr
Dengan Metode Fitoremediasi
Menggunakan Tanaman *Cyperus haspan*
Pada Limbah Cair Industri Batik

Menyatakan bahwa,
Tugas akhir dengan judul diatas merupakan karya asli penulis.
Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya
bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku

Malang, Mei 2018

Mahasiswa

Riza Amanah

NIM : 145100901111006

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Efisiensi Penurunan Kadar Logam Cr Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Cyperus haspan* Pada Limbah Cair Industri Batik” dengan baik.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini penyusun mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ruslan Wirosoedarmo, MS, dan Bapak Fajri Anugroho, STP, M.Agr., Ph. D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan izin, bantuan dan bimbingan, serta kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan proposal skripsi.
2. Ibu Dr. Eng. Evi Kurniati, S.TP., M.T selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan kritik dan saran dalam penyusunan proposal skripsi.
3. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan kasih sayang serta dukungan dengan sepenuh hati.
4. *Partner* Tugas Akhir saya Wahyudiarta yang selalu membantu dan menemani selama proses pengerjaan skripsi.

5. Sabahat saya Firiyal Imtinan, Andiny Aulia, Qurrata A`yun, Nikmatus Sholeha, Luqretia Riska, Shella Elsiana dan Ilma Mardiah yang selalu sabar menemani dan memberikan *support*.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Universitas Brawijaya 2014 yang telah yang memberi dukungan untuk segera menyelesaikan proposal skripsi.

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi, dan pengalaman penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal skripsi ini jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Akhirnya harapan penulis semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 23 Mei 2018

Penulis,

Riza Amanah

repository.ub.ac.id

Riza Amanah. 145100901111006. Efisiensi Penurunan Kadar Logam Cr Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Cyperus haspan* Pada Limbah Cair Industri Batik. TA. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Ruslan Wirosoedarmo, MS dan Fajri Anugroho, STP, M.Agr., Ph. D

RINGKASAN

Industri batik memiliki karakteristik limbah cair berupa limbah organik dengan warna pekat, memiliki suhu dan pH yang tinggi serta kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) tinggi yang disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan kimia dan zat warna di dalam proses produksi dan pewarnaan batik. Metode pengolahan limbah yang digunakan adalah metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Cyperus haspan* sedangkan untuk metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dalam skala laboratorium. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan secara sesaat atau *grab sample* yang diambil dari Rumah Industri Batik Blimbing, Malang. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor yang diperhatikan selama penelitian adalah faktor waktu detensi yaitu hari ke 4, 8, dan 12 serta konsentrasi air limbah yaitu K25 yang didapatkan dari pencampuran 25%(air limbah):75%(air sumur) dan K50 yang didapatkan dari pencampuran 50%(air limbah):50%(air sumur) dengan total volume sebesar 6 L pada setiap bak uji. Parameter limbah yang diuji pada penelitian ini

adalah pH, suhu, BOD, COD, TSS dan Logam Cr. Suhu air limbah selama penelitian berkisar antara 26°C hingga 32°C sedangkan untuk pH air limbah berkisar antara 7,9 hingga 8,9. Penurunan efektif BOD dan COD pada K25 masing-masing sebesar 68% dan 57,8% pada hari ke-8 sedangkan penurunan BOD K50 sebesar 10% pada hari ke-4, K25 dan K50 memiliki penurunan efektif kadar logam Cr sebesar 44% pada hari ke-12 sedangkan TSS mengalami kenaikan. Kenaikan kadar beberapa parameter yang diamati disebabkan oleh peristiwa evaporasi yang menyebabkan media fitoremediasi menjadi pekat dan kandungan bahan organik meningkat dan proses fitoremediasi limbah menjadi kurang efisien. Tanaman *Cyperus haspan* sebagai fitoremediator mengalami penambahan biomassa yaitu berat basah dan berat kering masing-masing sebesar 19%-26% dan 9%-10%.

Kata kunci: *Cyperus haspan*, *Fitoremediasi*, *Limbah Batik*, *Logam Cr*

repository.ub.ac.id

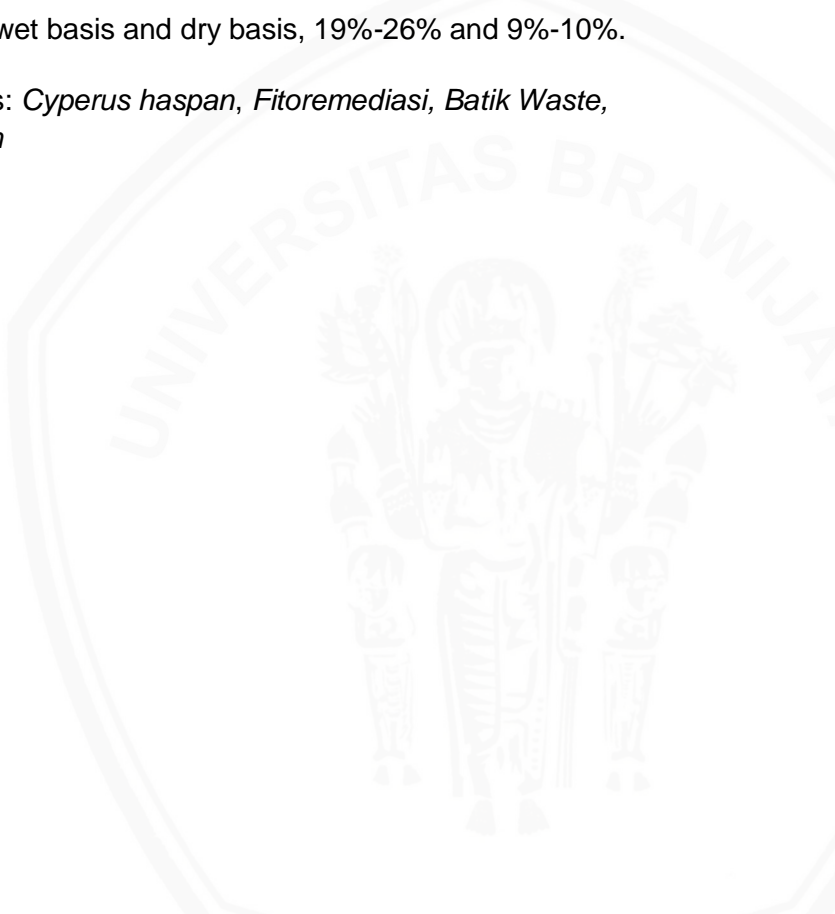
Riza Amanah. 145100901111006. The Application of Phytoremediation Method to Efficient Chromium Decreasement by Using *Cyperus haspan* on Liquid Waste of Batik Industry. TA. Supervisor: Prof. Dr. Ir. Ruslan Wirosoedarmo, MS dan Fajri Anugroho, STP, M.Agr., Ph.

SUMMARY

Batik industry' waste has the characteristic of dark colored organic waste, high temperature and pH, also high BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Suspended Solid) content that caused by the use of chemical and coloring substances during the batik production and coloration process. The waste procesing method that can be done biologically is phytoremediation. Hydrophyte (water plant) that can be used for phytromediation on this research is *Cyperus haspan*. Method that is being used in this research is experimental research. The sample taking on the research is being done by using grab sample that can be taken at *Rumah Industri Batik Blimbing*, Malang. The research plan used is *Rancangan Acak Lengkap* (RAL) with the factor that can be seen during the research, the time detention factor on the 4th, 8th and 12th day also the waste liquid concentration, K25, that can be found from mixing 25% (liquid waste):75% (well water) and K250 that can be found by mixing 50% (liquid waste):50% (well water), with the total volume of 6L on each tub. The waste parameter tested in this research is the BOD, COD, TSS, and chromium. The temperature of liquid waste during the

research is around 26°C to 32°C. On the other hand the pH content on waste liquid is around 7,9 to 8,9. The effective decrease of BOD and COD on K25 are 68% and 57.8% on day 8, while the decrease of BOD K50 is 10% on day 4, K25 and K50 have effective decrease of Chromium for 44% on day 12, while TSS is increased. The increase of a few parameter content that was studied is because the evaporation that can cause the phytoremediation become concentrated and the organic content increased, and the phytoremediation process of the waste becomes less efficient. *Cyperus haspan* plant, as phytoremediator, experienced the increase of biomass: wet basis and dry basis, 19%-26% and 9%-10%.

Key words: *Cyperus haspan*, *Fitoremediasi*, *Batik Waste*, *Chromium*



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined
HALAMAN PENGESAHAN.....	
RIWAYAT HIDUP	
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	
RINGKASAN.....	
SUMMARY	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN.....	
1.1 Latar Belakang.....	
1.2 Rumusan Masalah.....	
1.3 Tujuan Penelitian	
1.4 Manfaat Penelitian	
1.5 Batasan masalah	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	
2.1 Limbah Industri	
2.1.1 Limbah Cair Industri.....	

2.1.2	Limbah Cair Batik	
2.1.3	Baku Mutu Limbah Cair Batik.....	
2.2	Parameter Air Limbah	
2.2.1	Biological Oxygen Demand.....	
2.2.2	Chemical Oxygen Demand	
2.2.3	Total Suspended Solid.....	
2.2.4	Logam Cr.....	
2.3	Fitoremediasi	
2.4	<i>Cyperus haspan</i>	
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	
3.2	Alat dan Bahan	
3.3	Metode Penelitian	
3.4	Rancangan Percobaan	
3.5	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	
3.5.1	Diagram Alir Penelitian	
3.5.2	Tahap Persiapan	
3.5.3	Persiapan Pemberian Perlakuan.....	
3.5.4	Pengamatan, Pengambilan dan Pengujian Sampel	
3.5.5	Analisa Data	

BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN.....	
4.1 Karakteristik Awal Limbah Batik.....	
4.2 Suhu.....	
4.3 Evaporasi Air Limbah Perlakuan.....	
4.4 Derajat Keasaman atau pH.....	
4.5 <i>Biological Oxygen Demand</i>	
4.6 <i>Chemical Oxygen Demand</i>	
4.7 <i>Total Suspended Solid</i>	
4.8 Logam Kromium	
4.9 Berat Basah dan Berat Kering Tanaman.....	
BAB V KESIMPULAN dan SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	
5.2 Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA.....	
Lampiran.....	

DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
Tabel 2.1	Kontaminan Penting dan Dampak Lingkungan yang Ditimbulkan	10
Tabel 2.2	Baku Mutu Air Limbah Industri Batik	14
Tabel 2.3	Daftar Penelitian Terdahulu	22
Tabel 2.4	Hirarki Taksonomi <i>Cyperus haspan</i>	24
Tabel 3.1	Alat Penelitian.....	28
Tabel 3.2	Bahan Penelitian.....	29
Tabel 3.3	Rancangan Percobaan	31
Tabel 4.1	Karakteristik Awal Limbah Cair Batik.....	40
Tabel 4.2	Pengaruh konsentrasi limbah dan waktu detensi terhadap kadar Cr.....	55

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
Gambar 2.1	Tanaman <i>Cyperus haspan</i>	23
Gambar 3.1	Peta Lokasi Laboratorium Remediasi	27
Gambar 3.2	Peta Lokasi Industri Batik Blimbing Malang	27
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Suhu.....	41
Gambar 4.2	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Evaporasi ...	43
Gambar 4.3	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap pH	45
Gambar 4.4	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar BOD.....	48
Gambar 4.5	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar COD.....	51
Gambar 4.6	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar TSS..	53
Gambar 4.7	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Berat Basah Tanaman.....	59
Gambar 4.8	Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Berat Kering Tanaman	61

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Hal
Lampiran 1	Hasil Uji Kandungan Logam Cr pada Air Limbah.	75
Lampiran 2	Hasil Uji Kandungan Logam Cr pada Tanaman ..	78
Lampiran 3	Hasil Uji Kandungan BOD, COD dan TSS pada Air Limbah.....	81
Lampiran 4	Data Hasil Pengukuran Suhu	84
Lampiran 5	Data Hasil Pengukuran pH.....	87
Lampiran 6	Data Hasil Perhitungan BOD.....	90
Lampiran 7	Data Hasil Perhitungan COD.....	91
Lampiran 8	Data Hasil Perhitungan TSS.....	92
Lampiran 9	Data Hasil Perhitungan Logam Kromium	93
Lampiran 10	Data Hasil Perhitungan Berat Basah Tanaman ..	94
Lampiran 11	Data Hasil Perhitungan Berat Kering Tanaman ..	95
Lampiran 12	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	96
Lampiran 13	Perhitungan Evaporasi	98

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai macam sektor di Indonesia saat ini telah memiliki perkembangan yang cukup pesat, sektor tersebut salah satunya adalah sektor industri. Sektor industri di Indonesia merupakan salah satu sektor yang berkembang dengan pesat dalam satu dekade terakhir. Seiring dengan perkembangan yang pesat, tidak dapat dipungkiri bahwa dampak positif serta negatif akan ditimbulkan. Dampak negatif dari perkembangan tersebut adalah adanya serangkaian proses industri yang menghasilkan limbah industri dan berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu. Limbah industri secara umum dapat dibedakan ke dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Semua jenis limbah ini harus mendapatkan perhatian khusus sebelum dilepas ke lingkungan untuk menghindari terjadinya pencemaran serta kerusakan lingkungan yang berdampak buruk bagi makhluk hidup, termasuk manusia.

Salah satu jenis industri yang dapat menyumbang pencemar bagi lingkungan adalah industri batik. Industri batik memiliki karakteristik limbah cair berupa limbah organik dengan volume besar, berwarna pekat, berbau menyengat, memiliki suhu dan pH yang tinggi serta kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) tinggi yang disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan

kimia dan zat warna di dalam proses produksi dan pewarnaan batik (Kurniawan, 2013). Penggunaan zat warna pada industri batik dalam jumlah yang cukup besar dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang karena lingkungan mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mendegradasi zat warna tersebut. Beberapa kandungan di dalam limbah industri batik yang berpotensi menimbulkan pencemaran air adalah kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, minyak atau lemak yang tinggi dan adanya kandungan logam berat yang berbahaya diantaranya Zn, Cd, Cu, Cr dan Pb (Suprihatin, 2014).

Salah satu solusi yang dapat dilakukan dalam mengurangi dampak pencemaran limbah adalah dengan cara melakukan usaha perbaikan kondisi lingkungan supaya lahan yang tercemar dapat digunakan kembali secara aman atau dengan cara mengolah limbah yang akan dibuang hingga memenuhi ambang batas yang dianjurkan. Salah satu metode pengolahan limbah yang dapat dilakukan secara biologis adalah dengan menggunakan media tanam yang dikenal dengan istilah fitoremediasi. Fitoremediasi didefinisikan sebagai pencucian atau pembersihan polutan pada limbah dengan media berupa tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian atau pembersihan bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya (Hidayati, 2005). Tanaman air yang digunakan untuk

proses fitoremediasi pada penelitian ini adalah *Cyperus haspan*. Pemilihan tanaman *Cyperus haspan* ini didasarkan pada keberadaannya yang mudah didapatkan serta mampu beradaptasi pada lingkungan tercemar dikarenakan tanaman *Cyperus haspan* merupakan salah satu jenis tanaman gulma. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian mengenai keefektifan tanaman *Cyperus haspan* dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan logam Cr pada limbah cair industri batik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah efisiensi penurunan kadar kandungan logam Cr, BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri batik setelah dilakukan fitoremediasi menggunakan tanaman *Cyperus haspan* pada waktu detensi 4, 8 dan 12?
2. Bagaimanakah pengaruh lama waktu detensi terhadap penurunan kadar logam Cr, BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri batik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah

1. Menganalisa efisiensi penurunan kadar kandungan logam Cr, BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri batik

setelah dilakukan fitoremediasi menggunakan tanaman *Cyperus haspan* pada waktu detensi 4, 8 dan 12

2. Menganalisa pengaruh lama waktu detensi terhadap penurunan kadar logam Cr, BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri batik

1.4 Manfaat Penelitian

Sehubungan dengan pengujian menggunakan teknik fitoremediasi pada limbah cair industri batik, diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut

1. Bagi peneliti

Manfaat penelitian bagi peneliti adalah untuk memperluas ilmu pengetahuan peneliti tentang upaya pengolahan limbah dengan menggunakan teknik fitoremediasi

2. Bagi masyarakat

Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi dan informasi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan upaya pengolahan limbah cair dengan teknik fitoremediasi, serta menambah pengetahuan bagi masyarakat pada umumnya

1.5 Batasan masalah

Untuk memperjelas pembahasan penelitian ini, maka perlu adanya batasan pada penelitian ini. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Limbah batik yang diteliti diperoleh dari industri Batik Blimbing Malang
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
3. Pengujian yang dilakukan hanya membahas kandungan BOD, COD, TSS dan logam Cr pada air
4. Parameter pendukung yang digunakan adalah pH dan suhu air
5. Analisa biaya selama penelitian tidak dibahas

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Limbah Industri

3.1.1 Limbah Cair Industri

Industri dibagi menjadi berbagai jenis, dimana setiap jenisnya menghasilkan limbah yang berbeda-beda. Air yang digunakan dalam kegiatan industri tersebut sebagian besar akan dibuang dalam bentuk limbah cair ke lingkungan. Secara umum, limbah cair industri dapat dikategorikan sebagai limbah sanitasi, limbah proses, limbah hasil pendingin, limbah dari boiler dan limbah yang berasal dari operasi pembersihan peralatan (Siagian, 2014). Menurut Junaidi (2006), suatu limbah cair biasanya terdiri dari air ($\pm 99\%$) dan padatan. Karakter suatu limbah cair dapat dibedakan menjadi sifat fisis, kimia dan biologis, sedangkan parameter dari setiap karakteristik air limbah adalah

1. Karakteristik Fisika

a. *Total Solid (TS)*

Merupakan padatan didalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

Merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

c. Warna.

Umumnya air bersih tidak berwarna atau jernih, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.

d. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik.

e. Temperatur

Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari.

f. Bau

Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait dengan masalah estetika.

2. Karakteristik Kimia

a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air.

b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur

pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion) atau ml O_2 / liter.

c. *Dissolved Oxygen* (DO)

Adalah kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada temperatur dan salinitas.

d. Ammonia (NH_3)

Ammonia adalah penyebab iritasi dan korosi, meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan mengganggu proses desinfeksi dengan *chlor*. Ammonia terdapat dalam larutan dan dapat berupa senyawa ion ammonium atau ammonia tergantung pada pH larutan .

e. Sulfida Sulfat

Direduksi menjadi sulfida dalam *sludge digester* dan dapat mengganggu proses pengolahan limbah secara biologi jika konsentrasinya melebihi 200 mg/L. Gas H_2S bersifat korosif terhadap pipa dan dapat merusak mesin.

f. Fenol

Fenol mudah masuk melalui kulit. Keracunan kronis menimbulkan gejala gastero intestinal, sulit menelan, dan hipersalivasi, kerusakan ginjal dan hati, serta dapat menimbulkan kematian.

g. Derajat keasaman (pH)

pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme. pH normal untuk kehidupan air adalah 6–8.

h. Logam Berat

Logam berat bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengukuran dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat.

3. Karakteristik Biologi

Limbah cair industri yang dibuang ke lingkungan atau badan air tanpa diolah terlebih dahulu akan memberikan dampak negatif yang merugikan, hal tersebut dapat terjadi karena kandungan yang dimiliki oleh limbah cair tersebut melebihi kadar yang dapat ditoleransi oleh organisme lingkungan. Besar kecilnya dampak yang diakibatkan dari pencemaran limbah cair tergantung dari seberapa besar kadar pencemar yang dimiliki ketika limbah cair dibuang ke lingkungan atau badan air. Menurut Siagian (2014), akibat dari pembuangan limbah cair industri ke suatu badan air dapat ditandai dengan perubahan keadaan badan air seperti

- a. Ketidakstabilan tingkat keasaman air
- b. Terjadi perubahan sifat fisis air
- c. Tertutupnya permukaan air oleh lapisan terapung
- d. Meningkatnya kandungan bahan-bahan organik maupun bahan-bahan anorganik dalam air

e. Meningkatnya jumlah padatan tersuspensi dalam air

Faktor yang dapat merubah sifat fisik maupun kimia air pada suatu badan air yang tercemar adalah kandungan bahan beracun dan berbahaya yang dibawa oleh limbah cair industri yang bersangkutan dalam keadaan tersuspensi ataupun terlarut. Kontaminan penting dan dampak yang ditimbulkannya terhadap lingkungan dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Kontaminan Penting dan Dampak Lingkungan yang Ditimbulkan

Kontaminan	Dampak Lingkungan
a. Padatan tersuspensi	Terjadi endapan lumpur dan kondisi anaerobis
b. Senyawa organik terbiodegradasi	Pemakaian oksigen berlebihan dalam badan air
c. Organisme patogen	Penyebaran penyakit
d. Logam berat	Toksik
e. Senyawa organik tidak terbiodegradasi	Menimbulkan bau dan rasa, beracun ataupun oksigen
f. Nutrien tumbuhan	<i>Problem</i> proses eutrofikasi

Sumber: (Metcalf & Eddy, 1990)

3.1.2 Limbah Cair Batik

Industri batik merupakan salah satu industri yang menggunakan bahan kimia dalam pengolahannya, sehingga dalam limbah yang dihasilkan memiliki potensi kandungan logam berat yang berbahaya dan apabila dibuang ke lingkungan

atau badan sungai dapat menimbulkan kerusakan (Styani, 2013). Limbah cair yang dihasilkan dari industri batik maupun industri tekstil mengandung zat warna yang tinggi serta bahan sintetik yang sulit untuk dilarutkan dan diuraikan. Zat warna ini berasal dari proses pewarnaan kain batik dengan tingkat kepekatan warna yang berbeda-beda. Limbah cair yang akan dibuang biasanya berwarna pekat atau gelap dikarenakan zat warna yang terkandung didalamnya merupakan kombinasi dari berbagai jenis warna. Limbah yang mengandung zat warna inilah yang pada umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable* penyebab masalah pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Herfiani, 2017). Limbah cair industri batik yang dibuang ke perairan atau badan sungai di lingkungan sekitar dapat menyebabkan penurunan mutu lingkungan tempat tinggal penduduk. Limbah tersebut dapat menaikkan kandungan organik seperti COD, BOD, TSS dan pH (Suprihatin, 2014).

Jenis dari batik sendiri dibagi menjadi tiga, yaitu batik tulis, batik cap dan batik *printing*. Pada penelitian ini digunakan jenis limbah dari industri batik tulis. Batik tulis maupun batik cap pada dasarnya menggunakan bahan kimia yang hampir sama dalam setiap proses produksinya. Salah satu bahan kimia yang sering digunakan adalah bahan pewarna kain. Zat pewarna yang digunakan bisa berasal dari bahan yang alami maupun buatan atau sintetis. Menurut Hertiyani (2016), zat pewarna buatan atau

sintetis yang umum digunakan dalam proses produksi batik yaitu

a. Zat warna reaktif

Mirip seperti namanya, zat warna reaktif merupakan zat warna yang mampu bereaksi dan berikatan langsung dengan serat kain sehingga zat warna tersebut dapat menjelma menjadi bagian dari serat kain yang ada (Murwati, 1997). Jenis zat warna reaktif yang sering dimanfaatkan untuk proses pewarnaan kain batik adalah remazol. Zat warna ini memiliki sifat yang mudah larut dalam air, daya afinitasnya rendah serta memiliki warna dan ketahanan terhadap kelunturan yang baik.

b. Zat warna indigosol

Zat warna ini merupakan zat warna yang digunakan setelah kain dicelupkan ke dalam zat berwarna. Fungsi dari zat warna yang memiliki warna jernih ini adalah untuk menajamkan warna yang diperoleh dari zat warna sebelumnya sehingga didapatkan warna yang diinginkan (Hertiyani, 2016). Zat warna ini memiliki sifat yang sama dengan zat warna reaktif yaitu larut dalam air.

c. Zat warna naphtol

Berbeda dengan zat warna reaktif dan zat warna indigosol, zat warna naphtol ini tidak dapat larut dalam air, namun zat ini dapat dilarutkan dalam air apabila diberi tambahan zat kostik soda (Samsi, 2011). Penggunaan zat warna naphtol dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama adalah pencelupan dengan larutan naphtol dan tahap kedua adalah pencelupan dengan

larutan garam diazodium. Alasan digunakannya dua tahap dalam pemakaian zat warna naphtol adalah untuk memperoleh warna yang dikendaki karena pada pencelupan pertama, warna yang diharapkan belum diperoleh, barulah pada pencelupan kedua diperoleh warna yang diinginkan (Hertiyani, 2016).

d. Zat warna rapid

Zat warna ini merupakan larutan naphtol yang telah dicampur dengan larutan garam diazodium yang tidak dapat bergabung (koppelen). Zat warna ini dapat digunakan untuk mendapatkan warna yang dikendaki apabila difiksasi dengan asam sulfat atau asam cuka. Cara lain selain fiksasi adalah dengan mengangin-anginkan larutan selama semalam hingga berubah warnanya (Anshori, 2011).

3.1.3 Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik

Setiap industri dipastikan memiliki limbah hasil produksi atau proses yang memiliki beragam jenis bahan organik ataupun anorganik yang berbahaya. Usaha meminimalisir kadar pencemar yang akan dibuang ke lingkungan salah satunya adalah dengan memberikan batasan kadar maksimum materi berbahaya yang diijinkan untuk dibuang ke lingkungan. Batasan maksimum dari setiap materi tersebut berbeda-beda tergantung dari jenisnya. Jenis berserta kadar maksimum dari materi berbahaya telah ditetapkan pada Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013 secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Batik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	BOD ₅	mg/L	60
2	COD	mg/L	150
3	TSS	mg/L	50
4	Fenol Total	mg/L	0,5
5	Krom Total (Cr)	mg/L	1
6	Amoniak Total (NH ₃ -N)	mg/L	8
7	Sulfida (sebagai S)	mg/L	0,3
8	Minyak dan Lemak	mg/L	3
9	pH	mg/L	6,0-9,0

Sumber: Peraturan Gubernur Jatim no. 72 tahun 2013

3.2 Parameter Air Limbah

3.2.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD atau *Biological Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang dapat menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umayal dan Cuvin, 1988). Dijelaskan kembali oleh Boyd (1990), bahwa bahan organik yang sudah siap untuk didekomposisi (*readily decomposable organic matter*) adalah bahan organik yang akan terdekomposisi dalam BOD. Prinsip pengukuran BOD adalah mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO_i) dari sampel segera setelah pengambilan kemudian

mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap (20°C) yang sering disebut dengan DO_5 . Selisih DO_i dan DO_5 ($\text{DO}_i - \text{DO}_5$) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L) (Haryadi, 2004).

3.2.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah banyaknya kadar oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Prinsipnya pengukuran COD adalah penambahan oksidator berupa kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) pada sampel yang sebelumnya telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat, kemudian sampel dipanaskan selama beberapa waktu. Selanjutnya adalah mentera kelebihan kalium bikromat dengan cara titrasi. Sehingga kalium bikromat yang terpakai untuk oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan nilai COD dapat ditentukan. Kelemahannya adalah senyawa kompleks anorganik teroksidasi yang ada di perairan dapat ikut dalam reaksi, oleh karenanya dalam kasus-kasus tertentu nilai COD mungkin sedikit '*over estimate*' untuk gambaran kandungan bahan organik (Haryadi, 2004).

3.2.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) atau total padatan tersuspensi adalah banyaknya kandungan padatan yang dapat tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45 μm . Apabila terlalu banyak materi yang tersuspensi terkandung dalam badan air maka dampak buruk yang dapat terjadi adalah berkurangnya kualitas air karena padatan tersuspensi mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air yang meningkat menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produsen (Agustira, 2013).

3.2.4 Logam Krom (Cr)

Logam krom pertama kali ditemukan oleh Vaughlin pada 1797. Ciri-ciri atau sifat yang dimiliki Logam krom (Cr) diantaranya adalah memiliki nomor atom 24 dengan massa atom 51,996 g/mol. Elektronegativitas logam krom sebesar 1,6, densitas sebesar 7,19 g/cm³ pada 20°C dengan titik lebur dan titik didih masing-masing 1907°C dan 2672°C. Radius Vanderwaals yang dimiliki sejauh 0,127 nm sedangkan Radius ioniknya sejauh 0,061 nm (+3); 0,044 nm (+6). Kemudian isotop dari logam krom adalah 6 dengan energi ionisasi pertama, kedua dan ketiga masing-masing sebesar 651,1 kJ/mol, 1590,1 kJ/mol dan 2987 kJ/mol. Potensial standar yang dimiliki logam krom sebesar -0.71 V (Cr³⁺ / Cr).

Menurut Romli (2015), kromium merupakan logam yang memiliki sifat fisik keras dan berkilau dengan warna perak keabu-abuan dalam keadaan normal. Apabila dipanaskan, kromium akan membentuk oksida kromat hijau. Umumnya kromium dimanfaatkan sebagai bahan campuran logam pada *stainless steel*, *chrome plating* dan keramik logam (Sutresna, 2007).

Hampir keseluruhan logam berat yang ada di alam menimbulkan dampak baik positif maupun negatif bagi manusia. Besar kecilnya dampak yang dihasilkan tergantung dari kadar logam yang ada. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan pada manusia berkaitan dengan menurunnya tingkat kesehatan. Semakin toksik logam berat yang masuk kedalam tubuh maka semakin besar dampak negatif yang diperoleh. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Menurut Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, toksisitas logam berat dapat dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu bersifat toksik tinggi yang terdiri dari atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn, bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, dan bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe (Ismarti, 2014).

Seseorang mungkin terekspos kromium melalui pernapasan, makanan atau minuman, serta kontak kulit dengan

kromium atau senyawa kromium. Kromium (III) diketahui terdapat secara alami di berbagai sayuran, buah-buahan, daging, ragi, dan biji-bijian (Setyawati, 2016). Berbagai cara penyiapan dan penyimpanan makanan dapat mengubah kandungan kromium pada makanan. Ketika makanan disimpan dalam wadah baja atau kaleng kromium, konsentrasi yang terasup mungkin akan meningkat. Kromium (III) memiliki toksisitas rendah, namun dalam bentuk heksavalen memiliki kadar toksisitas mencapai 100 kali lebih tinggi (Perdana, 2013).

Dampak lain yang ditimbulkan oleh kelebihan kromium adalah pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan oleh kromium sebagian besar terjadi akibat buangan air limbah ke badan air yang mengandung logam kromium dalam kadar yang melebihi ambang batas. Industri tekstil, industri batik, industri penyamakan kulit, dan industri baja merupakan sebagian kecil industri yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan logam kromium yang tinggi. Pembuangan limbah cair mengandung kromium ke badan air secara kontinu akan membuat daya guna air menjadi menurun dan merusak ekosistem perairan.

3.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah suatu metode yang menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Akhir-akhir ini teknik reklamasi

dengan fitoremediasi mengalami perkembangan pesat karena terbukti lebih murah dibandingkan metode lainnya, misalnya penambahan lapisan permukaan tanah (Rondonuwu, 2014). Secara lengkap istilah fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, termasuk pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air, untuk menghilangkan atau memecahkan bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan (Rossi, 2014). Aplikasi teknologi ini telah dilakukan secara komersial seperti di USA dan Eropa, sedangkan di Indonesia sendiri teknologi ini masih relatif baru (Juhaeti, 2005).

Fitoremediasi didefinisikan sebagai pencucian atau pembersihan polutan pada limbah dengan media berupa tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian atau pembersihan bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya (Juhaeti, 2006). Menurut Hidayati (2005), ada beberapa metode fitoremediasi yang sudah digunakan secara komersial maupun masih dalam taraf riset yaitu metode yang berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau pada kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan dari air tanah (*rhizofiltration*) dan kemampuan tumbuhan dalam memetabolisme kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi

fitoremediasi. Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikrob yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostabilization*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam dari dalam tanah dalam jumlah besar dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*). Periode awal perkembangan fitoremediasi, perhatian hanya difokuskan pada kemampuan hiperakumulator dalam mengatasi pencemaran logam berat dan zat radioaktif, tetapi kemudian berkembang untuk pencemar anorganik seperti arsen (As) dan berbagai substansi garam dan nitrat, serta kontaminan organik seperti khlorin, minyak hidrokarbon, dan pestisida. Semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperakumulator. Menurut Tonapa (2015), sifat hiperakumulator berarti dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi. Proses fitoekstraksi membuat logam berat dapat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah

repository.ub.ac.id

kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Hidayati, 2005).

Contoh aplikasi fitoremediasi yang mudah diaplikasikan adalah lahan basah buatan atau *constructed wetland*. *Constructed wetland* (CW) merupakan sebuah lahan yang dibuat dan direncanakan secara sengaja oleh manusia yang di dalamnya berisi substrat-substrat serta flora dan fauna air yang nantinya lahan basah ini akan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pemanfaatan CW yang sering dilakukan adalah untuk mengurangi polutan pada air limbah dengan menggunakan bantuan tanaman air (Suswati, 2013). Terdapat tiga tipe CW yang dapat digunakan yakni tipe *free water surface*, tipe *horizontal subsurface flow* dan *vertical flow system*. Kelebihan yang dimiliki oleh CW secara umum diantaranya adalah biaya operasional yang murah, hemat energi serta dapat mendukung pengembangan kawasan hijau yang juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi (Korkusuz, 2004). Menurut hasil penelitian dari (Qomariyah, 2017), besar efektivitas penyisihan BOD, COD dan TSS pada *greywater* yang dilakukan selama 3 hari menggunakan aplikasi CW adalah sebesar 97,93%, 99,27% dan 98,21%.

Beberapa penelitian yang telah menunjukkan keefektifan dari metode fitoremediasi dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

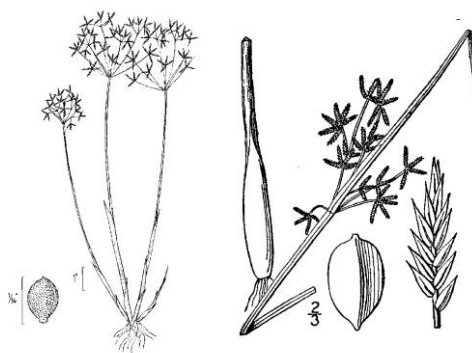
Tabel 2.3 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Keefektifan
1	Handayani	2013	Penurunan kadar logam Cu sebesar 97,87% pada konsentrasi 1 ppm dan penurunan sebesar 33,33% pada konsentrasi 5 ppm menggunakan tanaman <i>Salvinia molesta</i> (ganggang kariba)
2	Anam	2013	Penurunan kadar logam Pb sebesar 82,2% dan logam Cr sebesar 61,2% dengan menggunakan tanaman bambu air pada limbah cair batik
3	Oktavia	2016	Penurunan kadar logam Cd sebesar 58,80% dengan menggunakan tanaman kiambang pada limbah cair batik
4	Fitriana	2014	Penurunan kadar BOD sebesar 71% dan TSS sebesar 94% menggunakan tanaman <i>Cyperus haspan</i> pada limbah rumah potong hewan
5	Hidayah	2015	Penurunan kadar logam Cr sebesar 98% menggunakan tanaman <i>Cyperus haspan</i> pada limbah penyamakan kulit

3.4 *Cyperus haspan*

Tanaman *Cyperus haspan* ini merupakan tanaman air, sehingga kebutuhan akan airnya cukup tinggi. Selain sebagai tanaman gulma, tanaman *Cyperus haspan* juga memiliki manfaat lain yaitu sebagai tanaman hiperakumulator pada pengolahan limbah dengan metode fitoremediasi (Malik, 2016). Tanaman hiperakumulator adalah tanaman yang dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi

pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi. Proses fitoekstraksi membuat logam berat dapat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Hidayati, 2005). Bentuk dari tanaman *Cyperus haspan* dapat dilihat pada **Gambar 2.1** berikut



Sumber: USDA, Natural Resources Conservation Service

Gambar 2.1 Tanaman *Cyperus haspan*

Menurut *The Integrated Taxonomic Information System* (2010), hirarki taksonomi dari tanaman *Cyperus haspan* dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4 Hirarki Taksonomi *Cyperus haspan*

No	Hirarki	Nama
1	Kingdom	Plantae
2	Subkingdom	Viridiplantae
3	Infrakingdom	Streptophyta
4	Superdivision	Embryophyta
5	Division	Tracheophyta
6	Subdivision	Spermatophytina
7	Class	Magnoliopsida
8	Superorder	Lilianaes
9	Order	Poales
10	Family	Cyperaceae
11	Genus	Cyperus L
12	Species	<i>Cyperus haspan</i> L

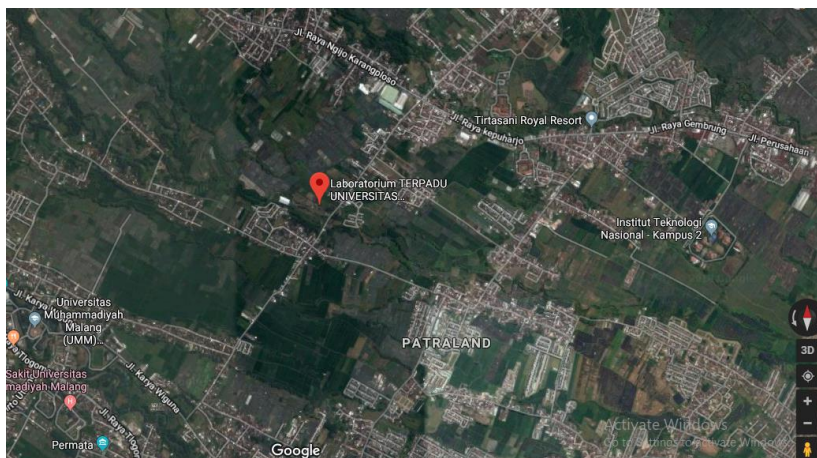
Tumbuhan *Cyperus haspan* memiliki nama umum *Papyrus dwarf* dengan nama lainnya yaitu *Cyperus isoclados* dan *Cyperus papyrus nanus*. Tumbuhan ini masuk kedalam family *Cyperaceae*. *Cyperus haspan* merupakan tumbuhan yang berbentuk seperti rumput dengan tampilan berwarna hijau sepanjang batang hingga daunnya. Ciri fisik dari tumbuhan *Cyperus haspan* ini adalah bentuk daun yang ramping serta bentuk bunganya yang menyerupai payung dibagian ujung atas dari batangnya. Pada iklim yang hangat, tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik pada tempat yang lembap atau pada tempat yang berair. Selain pada iklim hangat, tanaman *Cyperus*

haspan juga dapat tumbuh pada iklim dingin, akan tetapi pertumbuhannya dilakukan didalam ruangan tidak seperti ketika berada pada iklim hangat yang dilakukan diluar ruangan. Penanaman dilakukan pada media tanaman yang diharuskan selalu lembap atau pada tanah yang basah. Pertumbuhan yang paling baik akan didapatkan jika pencahayaan matahari dapat diperoleh secara penuh. *Cyperus haspan* dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 1 meter dan lebar 0,75 meter. Perawatan yang dianjurkan untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik diantaranya adalah dengan memperhatikan kebutuhan air dari tanaman dimana untuk masa pertumbuhan aktif diperlukan banyak air sedangkan pada masa istirahatnya cukup disiram secara berkala untuk menjaga agar tidak kering. Pencahayaan yang diperlukan cukup banyak mengingat cahaya matahari sangat menunjang proses pertumbuhan. Suhu lingkungan yang baik untuk masa aktif pertumbuhan berkisar antara 16°C hingga 24°C sedangkan pada masa istirahatnya berkisar antara 10°C hingga 24°C dengan tingkat kelembapan yang tinggi (Plantrescue, 2010).

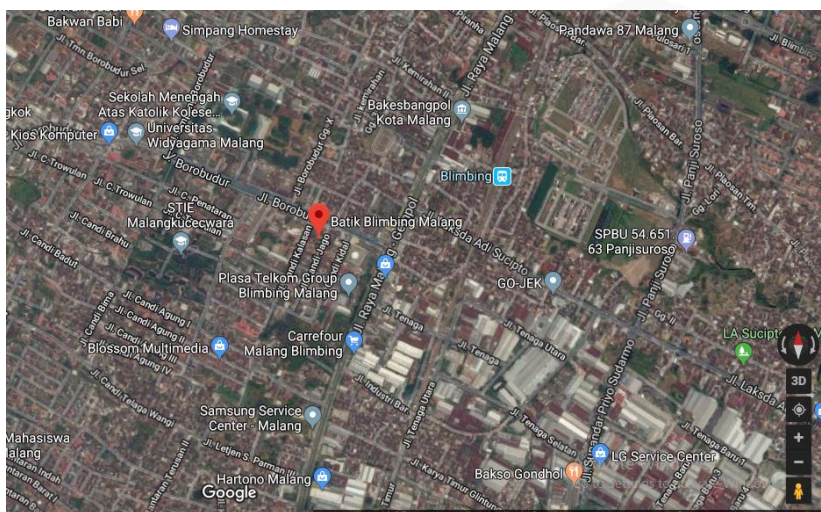
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan dimulai pada bulan Desember 2017 sampai Januari 2018 bertempat di Laboratorium Remediasi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya yang memiliki koordinat tempat $7,54^{\circ}\text{S}$ dan $112,36^{\circ}\text{E}$. Peta Laboratorium Remediasi dapat dilihat pada **Gambar 3.1** Pengambilan sampel limbah cair industri batik dilakukan di rumah produksi batik modern Jl. Candi Jago No. 6 Blimbing dengan ketinggian tempat $7,94^{\circ}\text{S}$ dan $112,64^{\circ}\text{E}$, Malang, Jawa Timur. Pengujian kadar COD, BOD, dan TSS dilakukan di Laboratorium Uji Kualitas Air Perum Jasa Tirta Malang yang bertempat di Jl. Surabaya 2A Malang, sedangkan pengujian logam Cr dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Peta pengambilan sampel limbah cair industri batik dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.1 Peta Lokasi Laboratorium Remediasi



Gambar 3.2 Peta Lokasi Industri Batik Blimbing Malang

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dijelaskan pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2**

Tabel 3.1 Alat Penelitian

	Alat dan Bahan	Fungsi
A.	Alat	
1	Bak plastik berkapasitas 10L	Wadah perlakuan
2	Termometer air	Mengukur suhu air limbah
3	Termometer ruang	Mengukur suhu ruangan
3	pH meter	Mengukur pH air limbah
4	Gelas ukur	Mengukur volume air limbah yang digunakan
5	Jirigen	Tempat penyimpanan sementara air limbah yang akan digunakan
6	Timbangan analitik	Mengukur berat kering tanaman uji
7	Timbangan	Mengukur berat basah tanaman uji
8	Botol sampel 100ml	Tempat menyimpan air sampel hasil perlakuan
9	Botol sampel 600ml	Tempat menyimpan air sampel hasil perlakuan
10	Kertas label	Memberi label pada setiap wadah perlakuan
11	Trashbag	Melapisi pinggiran wadah perlakuan
12	Kamera	Dokumentasi
13	Pulpen	Mencatat hasil pengamatan
14	Buku	Mencatat hasil pengamatan
15	Kawat	Penyangga tanaman uji
16	Saringan	Menyaring padatan pada air limbah
17	Oven	Mengeringkan Tanaman

Tabel 3.2 Bahan Penelitian

Alat dan Bahan	Fungsi
B. Bahan	
1 Limbah cair industri batik	Bahan uji
2 NPK cap Elang Super	Nutrisi tanaman
3 Air sumur	Bahan campuran limbah cair untuk pengenceran dan aklimatisasi
4 Tanaman <i>Cyperus haspan</i>	Tanaman uji

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dimana metode penelitian eksperimen digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara dua faktor yaitu konsentrasi limbah dan lama waktu detensi terhadap penurunan kadar logam Cr pada air limbah perlakuan. Data yang diperoleh dari peneliti akan dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini mencakup dua tahap, yaitu tahap penelitian untuk mengetahui tingkat penurunan kadar logam Cr air limbah dengan bantuan tanaman uji dan tahap pengolahan data untuk mengetahui seberapa besar efektivitas penurunan kadar logam Cr pada air limbah perlakuan. Tahap penelitian dilakukan dengan memasukkan tanaman uji berupa *Cyperus haspan* ke dalam wadah perlakuan (18 buah) selama 12 hari. Penelitian dilakukan selama 12 hari untuk mengamati penurunan kadar logam Cr dengan tiga kali pengulangan, dimana pengukuran parameter kadar logam Cr, BOD, COD, dan TSS pada air limbah dilakukan pada hari ke 0, 4, 8 dan 12. Parameter pH dan

suhu dilakukan pengukuran setiap hari sedangkan berat basah dan berat kering tanaman uji diukur pada hari ke 0, 4, 8 dan 12 dan kadar logam Cr tanaman diukur pada hari ke 0 dan 12. Sedangkan untuk tahap pengolahan data dilakukan dengan menganalisa data yang telah ada dengan menggunakan software Ms. Word 2010 dan Ms. Excel 2010.

3.4 Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan tiga kali pengulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi limbah yang terdiri dari konsentrasi 25% dan konsentrasi 50%. Faktor kedua adalah lama waktu detensi yang dibagi menjadi tiga macam yakni hari ke-4, hari ke-8 dan hari ke-12. Berdasarkan ketiga faktor tersebut didapatkan 3 kombinasi perlakuan dengan 3 kali pengulangan sehingga total sampel perlakuan sebanyak 18 buah. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.3 Rancangan Percobaan

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Pengulangan (U)	Waktu Detensi (H)		
			Hari ke-4 (H1)	Hari ke-8 (H2)	Hari ke-12 (H3)
<i>Cyperus haspan</i>	Konsentrasi 25% (K25)	1	T-K1-U1-H1	T-K1-U1-H2	T-K1-U1-H3
		2	T-K1-U2-H1	T-K1-U2-H2	T-K1-U2-H3
		3	T-K1-U3-H1	T-K1-U3-H2	T-K1-U3-H3
	Konsentrasi 50% (K50)	1	T-K2-U1-H1	T-K2-U1-H2	T-K2-U1-H3
		2	T-K2-U2-H1	T-K2-U2-H2	T-K2-U2-H3
		3	T-K2-U3-H1	T-K2-U3-H2	T-K2-U3-H3

Keterangan: T : tanaman *Cyperus haspan*; K1 : Konsentrasi 25%; K2 : Konsentrasi 50%; U1 : ulangan 1; U2 : ulangan 2; U3 : ulangan 3; H1 : hari ke-4; H2 : hari ke-8; H3 : hari ke-12

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan tabel ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan menggunakan program Microsoft Excel 2010 dengan tingkat signifikan nyata (Alpha) sebesar 5%. Uji statistik Anova ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan berbeda, jika beda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf nyata 5%. Variabel bebas pada uji ANOVA ini adalah faktor jenis tanaman (X_1) dan faktor waktu detensi (X_2) sedangkan variabel terikatnya adalah hasil uji penurunan kadar logam Cr. Variabel kontrolnya adalah pH dan Suhu. Apabila hasil uji coba F hitung pada tabel ANOVA lebih besar dari Ftabel (0,05) maka perlakuan beda

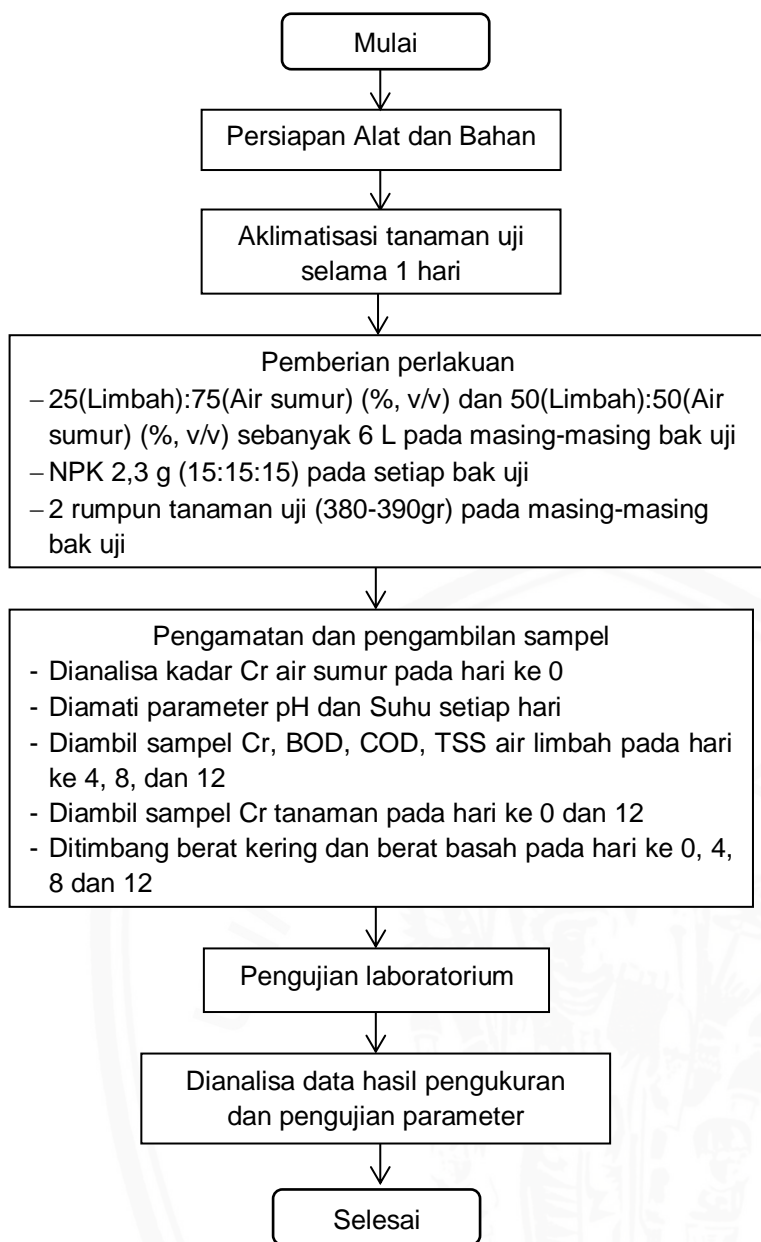
nyata, namun apabila Fhitung lebih kecil dari Ftabel (0,05) maka tidak berbeda nyata.

3.5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pemberian perlakuan, tahap pengamatan, pengambilan dan pengujian sampel serta tahap analisa data.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dengan tahapan yang dapat dilihat dalam diagram alir pada **Gambar 3.3**



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.5.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap yang dilakukan untuk mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian. Pada tahap persiapan dilakukan pengambilan sampel air limbah di industri pembuatan batik yang bersangkutan dengan konsentrasi 100% sebanyak 41 L menggunakan jirigen. Sebelum sampel limbah diambil, dilakukan pengadukan air limbah dalam tempat penampungan untuk menghomogenkan limbah. Persiapan tumbuhan juga dilakukan dengan menyiapkan tanaman uji *Cyperus haspan* berjumlah 39 rumpun yang memiliki batang segar, daun hijau tidak menguning serta tidak kering dan tanaman belum memasuki fase dewasa. Tanaman ini disortir dengan memperhatikan ketinggian, jumlah daun dan berat tanaman yang harus sama satu sama lain. Tanaman didapatkan dari pasar bunga dan tanaman Splendid Malang. Tanaman uji yang telah dipersiapkan dibersihkan dari media tanamnya untuk kemudian diaklimatisasi selama 1 hari. Selain itu NPK yang akan digunakan untuk nutrisi tanaman uji pada masing-masing bak ketika penelitian ditimbang sebesar 2,3 g sejumlah 18 buah. Sedangkan untuk bak perlakuan yang digunakan adalah toples plastik berkapasitas 10L dengan diameter 27,5 cm dan tinggi 24 cm sebanyak 18 buah. Sebelum digunakan, bak perlakuan dicuci terlebih dahulu hingga bersih menggunakan air sumur.

3.5.3 Persiapan Pemberian Perlakuan

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah industri batik yang telah ditambahkan NPK. 2,3 g NPK (15:15:15) ditambahkan pada setiap bak uji setelah usai dilakukan pencampuran antara air limbah dan air sumur. Media fitoremediasi K25 didapatkan dengan mencampurkan air limbah dan air sumur menggunakan perbandingan 25%(air limbah):75%(air sumur) (% , v/v) dan media fitoremediasi K50 didapatkan dengan mencampurkan air limbah dan air sumur menggunakan perbandingan 50%(air limbah):50%(air sumur) (% , v/v) dengan total volume 6 L pada setiap bak uji. Selanjutnya tanaman uji berjumlah 2 rumpun dengan berat berkisar antara 380 g hingga 390 g yang telah diaklimatisasi dimasukkan ke dalam masing-masing bak uji.

3.5.4 Pengamatan, Pengambilan dan Pengujian Sampel

Pengamatan dilakukan selama 12 hari setiap pukul 10.00 WIB. Pengamatan parameter pada air limbah yang dilakukan setiap hari mencakup pH dengan menggunakan pH meter dan suhu dengan menggunakan termometer air raksa. Pengukuran parameter pH dan suhu dilakukan dengan 3 kali pengulangan.

Pengambilan sampel perlakuan dibagi menjadi 2 yakni pengambilan sampel tanaman uji dan pengambilan sampel air limbah. Pengambilan sampel tanaman uji dilakukan pada hari ke

0 dan 12, sedangkan pengambilan sampel air limbah dilakukan pada hari ke-4, ke-8 dan ke-12. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil terlebih dahulu tanaman uji dari dalam bak uji kemudian memeras bagian akar untuk mengurangi kadar airnya lalu memotongnya menjadi 2 bagian yakni bagian atas (batang) dan bagian bawah (akar) lalu ditimbang menggunakan timbangan analog untuk kemudian dibungkus menggunakan kertas dan diberi label. Usai diberi label, tanaman uji yang telah dibungkus menggunakan kertas, dimasukkan ke dalam plastik. Pengambilan sampel kedua adalah sampel air limbah. Sebelum diambil dari bak uji, air limbah perlakuan diaduk terlebih dahulu kemudian dituangkan pada gelas ukur. Air limbah pada gelas ukur dimasukkan ke dalam botol sampel yang terdiri dari botol berkapasitas 100ml (pengujian Cr) dan 600ml (pengujian BOD, COD dan TSS) lalu kemudian ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam *coolbox*.

Pengujian dan pengukuran sampel perlakuan dibagi menjadi 3 macam yakni pengujian parameter Cr, BOD, COD dan TSS pada air limbah, pengujian Cr pada tanaman uji dan pengukuran berat basah dan berat kering tanaman. Pengujian air limbah perlakuan serta pengukuran berat basah dan berat kering tanaman dilakukan pada hari ke-4, ke-8 dan ke-12 sedangkan untuk pengujian tanaman dilakukan pada hari ke-0 dan ke-12. Pengujian untuk air limbah perlakuan yang meliputi 4 parameter dilakukan dengan metode AAS untuk Cr, metode

spektrofotometri untuk COD, metode APHA 5210 B-1998 untuk BOD dan metode APHA 2540 D-2005 untuk TSS. Pengujian Cr pada sampel tanaman dilakukan menggunakan metode AAS. Pengukuran berat basah tanaman dilakukan langsung ketika pengambilan sampel menggunakan timbangan analog sedangkan untuk berat kering dilakukan dengan mengeringkan terlebih dahulu sampel tanaman yang telah dipotong menggunakan oven pada suhu 70°C selama 2 hari untuk kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik.

3.5.5 Analisa data

Analisa data hasil pengujian serta perhitungan parameter yang diperoleh selama 12 hari penelitian dilakukan dengan menggunakan MS. Excel 2010. Analisa yang dilakukan meliputi perhitungan efektifitas removal, standar deviasi dan uji ANOVA. Data yang digunakan untuk menghitung efektifitas removal serta uji ANOVA meliputi data kadar kromium, BOD, COD dan TSS air limbah serta kadar kromium pada tanaman. Apabila diperoleh hasil berbeda nyata pada uji ANOVA, maka akan dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5%. Setelah didapatkan hasil dari efektifitas removal serta uji anova, maka hasil dari perhitungan akan digunakan untuk melihat pengaruh yang ditimbulkan akibat perbedaan perlakuan yang diberikan pada setiap parameter. Rumus atau perhitungan yang digunakan untuk menghitung efektifitas removal adalah

$\frac{\text{kadar awal} - \text{kadar akhir}}{\text{kadar awal}} \times 100\%$ sedangkan rumus yang digunakan

dalam menghitung BNT 5% setiap parameter adalah $BNT = t_{(\alpha, db)}$

galat) $\sqrt{\frac{2 KTG}{3}}$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Awal Limbah Batik

Penelitian ini menggunakan limbah cair batik yang diperoleh dari Industri Rumahan Batik Blimbing Malang di Jl. Candi Jago No. 6 Blimbing yang memiliki ketinggian tempat $7,94^{\circ}\text{S}$ dan $112,64^{\circ}\text{E}$, Malang, Jawa Timur. Limbah cair yang dihasilkan dari berbagai proses produksi batik memiliki karakteristik yang beragam tergantung dari bahan produksi yang digunakan. Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pewarnaan kain batik sehingga memiliki warna hitam yang pekat. Selain berwarna hitam, karakteristik fisik lain yang dimiliki adalah tidak berbau serta memiliki suhu awal antara 28°C - 30°C . Penggunaan pewarna sintesis dalam proses pewarnaan kain batik menyebabkan kandungan BOD serta COD yang dimiliki oleh limbah batik hasil pewarnaan ini cukup tinggi. Secara umum karakteristik limbah cair dibagi menjadi tiga yaitu fisika, kimia dan biologi. Karakteristik awal limbah cair batik sebelum perlakuan secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Cair Batik

Materi	Karakteristik Awal
Warna	Hitam pekat
Bau	Tidak Berbau
Suhu (°C)	28-30
pH	8,6-8,7
Cr air limbah (mg/L)	15,19
Cr air sumur (mg/L)	1,58

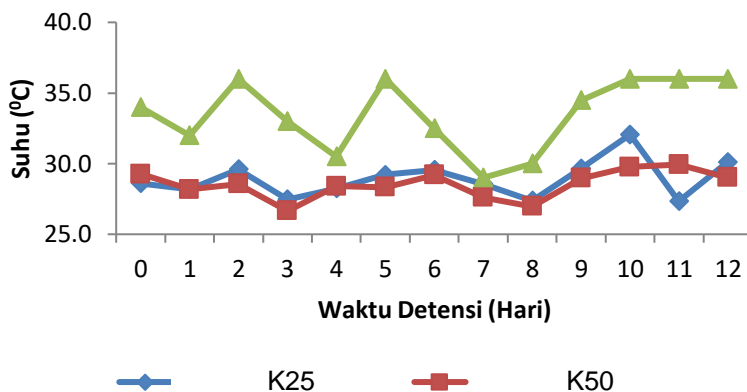
Sumber: Hasil Penelitian, 2017

Baku mutu dari karakteristik kimia dan biologi limbah cair pada umumnya telah diatur oleh undang-undang. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim No. 72 tahun 2013 mengenai baku mutu limbah cair industri tekstil, dapat disimpulkan bahwa kadar BOD, COD, TSS serta logam kromium yang terkandung di dalam limbah cair batik sebelum perlakuan berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan, namun untuk nilai pH telah memenuhi baku mutu. Baku mutu untuk pH sebesar 6,0-9,0, BOD sebesar 60 mg/L, COD sebesar 150 mg/L, TSS sebesar 50 mg/L dan logam kromium sebesar 1 mg/L.

4.2. Suhu

Rata-rata suhu lingkungan serta suhu air pada setiap bak uji selama 12 hari secara rinci dapat dilihat pada **Gambar 4.1** sedangkan untuk hasil pengukuran suhu air dengan 3 kali

pengulangan pada masing-masing bak dapat dilihat pada **Lampiran 4.**



Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Suhu
Detensi 0-4 (n=9), Detensi 5-8 (n=6), Detensi 9-12 (n=3)

Suhu lingkungan mengalami kenaikan dan penurunan hampir setiap hari. Pada hari ke-0 hingga hari ke-2, suhu lingkungan mengalami penurunan dan kenaikan. Kemudian selama 2 hari setelahnya suhu turun dan kembali naik pada hari ke-5. Penurunan suhu kembali terjadi selama 2 hari hingga akhirnya naik selama 4 hari berturut-turut hingga hari ke-10. Hari ke-10 hingga hari ke-12 suhu lingkungan stabil tidak berubah. Hasil pengukuran suhu lingkungan selama 12 hari menunjukkan bahwa suhu terkecil adalah sebesar 29°C yang terjadi pada hari ke-7 dan suhu tertinggi adalah 36°C yang terjadi selama 5 hari yakni hari ke-2, ke-5, ke-10, ke-11 dan ke-12. Suhu air juga mengalami kenaikan dan penurunan secara

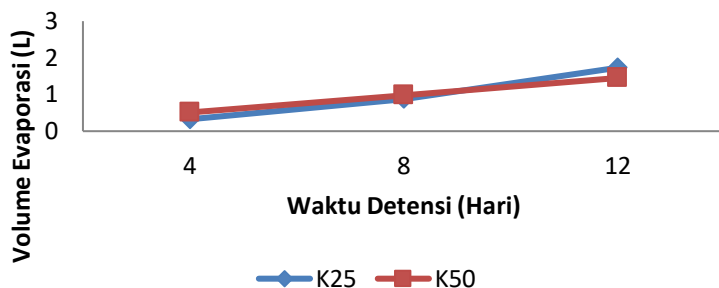
fluktuatif. Suhu pada K25 mengalami penurunan dan kenaikan fluktuatif pada hari ke-0 hingga hari ke-4 kemudian terjadi kenaikan dan penurunan masing-masing selama 2 hari secara berturut-turut dari hari ke-5 hingga hari ke-12. Suhu terendah pada K25 adalah sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$ dan yang tertinggi adalah sebesar $32,1^{\circ}\text{C}$ masing-masing pada hari ke-11 dan ke-10. Sedangkan untuk suhu pada K50 mengalami penurunan dan kenaikan fluktuatif setiap harinya selama 8 hari dari hari ke-0 hingga hari ke-7. Kemudian pada hari ke-8 hingga hari ke-11 mengalami kenaikan setiap hari hingga akhirnya kembali menurun pada hari ke-12. Suhu tertinggi pada K50 adalah sebesar $29,9^{\circ}\text{C}$ yang didapat pada hari ke-11 dan suhu terendah sebesar $26,6^{\circ}\text{C}$ yang didapat pada hari ke-3. Nilai standar deviasi yang diperoleh dari data pada kedua konsentrasi menunjukkan hasil yang kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa persebaran data sudah cukup baik dan merata.

Penurunan serta kenaikan suhu air dapat dipengaruhi oleh suhu ruangan atau suhu *greenhouse* yang digunakan sebagai tempat penelitian, seperti halnya yang diungkapkan Tyas (2014), bahwa kenaikan suhu air berbanding lurus dengan besar radiasi sinar matahari sehingga semakin besar panas yang diterima dari matahari maka suhu air juga akan meningkat. Menurut Pabiban (2016), peristiwa evaporasi yang merupakan sebuah bentuk konversi zat cair menjadi uap dapat terjadi

karena bantuan dari energi panas dimana energi panas yang digunakan diperoleh dari kenaikan suhu lingkungan akibat radiasi sinar matahari. Semakin tinggi suhu ruangan, maka tingkat evaporasi yang terjadi pada air akan semakin tinggi pula, hal tersebut dapat mengakibatkan kenaikan kadar TSS. Naiknya kadar TSS disebabkan oleh adanya peristiwa evaporasi yang membuat air menjadi semakin pekat, hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Sartono (2013), yang menyebutkan bahwa evaporasi yang disebabkan oleh pemanasan dari sinar matahari pada air laut membuat proses pembentukan kristal garam menjadi lebih cepat karena air laut berubah menjadi lebih pekat. Meningkatnya kadar TSS membuat kadar BOD serta COD juga ikut meningkat, hal tersebut terjadi karena senyawa organik di dalamnya yang meningkat membuat kebutuhan oksigen mikroorganisme pemecah semakin tinggi.

4.3. Evaporasi

Besar kehilangan air yang terjadi pada air dapat dilihat pada **Gambar 4.2** sedangkan untuk perhitungan evaporasi pada setiap konsentrasi secara rinci dapat dilihat pada **Lampiran 13**



Gambar 4.2 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Evaporasi

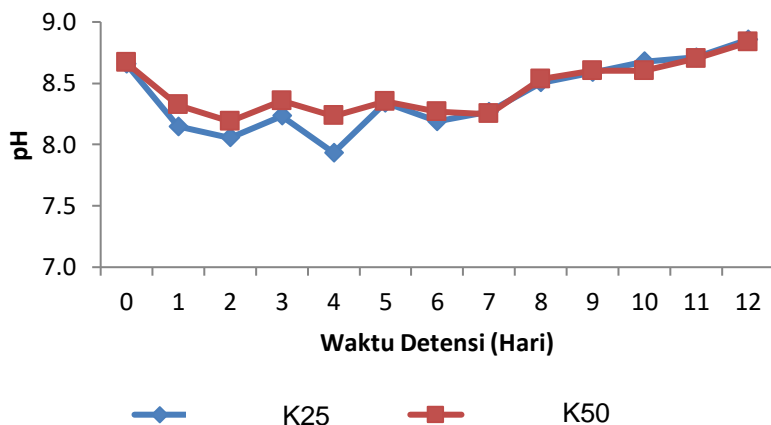
Tingkat evaporasi yang terjadi pada K25 semakin lama semakin naik dimulai dari penguapan sebesar 0,325 L pada hari ke-4, 0,88 L pada hari ke-8 hingga 1,73 L pada hari ke-12. Tidak berbeda jauh dengan K25, K50 memiliki tingkat evaporasi yang hampir sama selama kurun waktu 12 hari yakni mulai dari 0,51 L pada hari ke-4, 0,985 L pada hari ke-8 hingga 1,45 L pada hari ke-12. Total volume air tersisa pada K25 dan K50 hari ke-12 adalah sebesar 4,27 L dan 4,55 L. Melihat besarnya tingkat kehilangan air akibat evaporasi, maka dilakukan kembali perhitungan besar kadar BOD, COD dan TSS apabila tingkat evaporasi dapat dikendalikan untuk melihat apakah terdapat perbedaan terhadap besar kadar yang terkandung di dalamnya pada setiap bak detensi.

Cukup tingginya suhu ruangan yang berkisar 36°C menjadikan peristiwa evaporasi tidak dapat dihindarkan. Menurut Suharyono (2011), evaporasi yang diartikan sebagai penguapan air dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor

yaitu radiasi matahari, angin, kelembapan dan suhu. Selain karena faktor yang telah disebutkan, berkurangnya jumlah air dapat pula dipengaruhi oleh peristiwa transpirasi. Transpirasi sendiri merupakan proses penyerapan air oleh akar tanaman yang disalurkan melalui batang tanaman untuk kemudian dilepaskan ke udara dalam bentuk uap air melalui daun (Priyono, 2016).

4.4. Derajat Keasaman atau pH

Rata-rata pH pada setiap bak perlakuan selama 12 hari secara rinci dapat dilihat pada **Gambar 4.3** sedangkan untuk hasil pengukuran pH dengan 3 kali pengulangan pada masing-masing bak dapat dilihat pada **Lampiran 5**.



Gambar 4.3 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Ph
Detensi 0-4 (n=9), Detensi 5-8 (n=6), Detensi 9-12 (n=3)

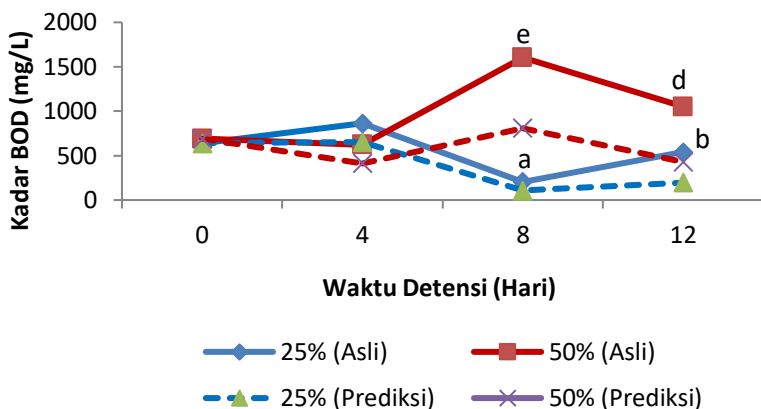
pH selama 12 hari mengalami kenaikan dan penurunan secara fluktuatif. Dimulai dari pH pada K25 yang mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-2, kemudian mengalami kenaikan dan penurunan fluktuatif setiap hari hingga hari ke-7 selanjutnya kenaikan secara bertahap hingga hari ke-12 dimana pada hari ke-10 dan hari ke-11 pH stabil tidak berubah. pH terendah pada K25 adalah sebesar 7,9 dan yang tertinggi adalah sebesar 8,9 masing-masing terjadi pada hari ke-4 dan ke-12. Sedangkan pH pada K50 mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-2, kemudian terjadi kenaikan dan penurunan fluktuatif setiap hari hingga hari ke-6 lalu stabil hingga hari ke-7 dan dilanjutkan dengan kenaikan terus menerus hingga hari ke-12 dimana untuk hari ke-9 dan hari ke-10 nilai pH stabil tidak berubah. pH terendah pada K50 adalah sebesar 8,2 yang terjadi pada hari ke-2 dan ke-4 sedangkan yang tertinggi adalah sebesar 8,8 yang terjadi pada hari ke-12. Melihat besar nilai pH ideal tanaman akuatik yakni 5,8-9,5 menjadikan nilai pH secara menyeluruh masih berada di dalam rentan pH yang ideal (Fitriana, 2014). Nilai standar deviasi yang diperoleh dari data pada kedua konsentrasi menunjukkan hasil yang kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa persebaran data sudah cukup baik dan merata.

Kenaikan nilai pH yang terjadi pada setiap waktu detensi dapat disebabkan oleh kegiatan pertumbuhan yang terjadi pada tanaman uji. Menurut Sutoyo (2011), naiknya nilai pH pada

suatu perairan dapat terjadi karena berkurangnya kandungan CO_2 di air yang digunakan oleh tanaman sebagai salah satu senyawa penting yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis, karena semakin besar kadar CO_2 yang diserap maka semakin memberikan dampak yang positif bagi pertumbuhan tanaman melalui proses fotosintesis. Nilai pH yang tinggi ataupun rendah juga dapat dipengaruhi oleh kadar kromium yang terkandung di dalamnya. Menurut Ayres (1994), kenaikan nilai pH mendekati basa dapat membantu menurunkan kadar logam berat. Selain itu, pada sebuah penelitian menyebutkan bahwa penurunan logam kromium paling efektif adalah pada pH 12 diantara rentang pH 7 hingga 12 (Meirinna, 2013). Bila dibandingkan dengan diagram konsentrasi kromium pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa kadar atau konsentrasi kromium semakin menurun ketika pH meningkat. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kenaikan nilai pH adalah kadar BOD dan COD yang terkandung di dalamnya. Menurut Susilo (2016), semakin rendah kadar BOD dan COD maka nilai pH nya semakin tinggi, kenaikan pH terjadi akibat terpakainya oksigen untuk menguraikan bahan organik. Dilihat dari hasil penelitian serta studi pustaka, dapat dikatakan bahwa faktor yang mempengaruhi kenaikan serta penurunan nilai pH adalah kadar logam kromium, BOD serta COD dimana semakin rendah kadar logam kromium, BOD dan COD maka nilai pH akan semakin tinggi.

4.5. Biological Oxygen Demand

Rata-rata hasil dari pengujian kadar BOD pada K25 dan K50 hasil penelitian dan hasil perhitungan prediksi kadar BOD dengan pengendalian evaporasi dapat dilihat pada **Gambar 4.4** sedangkan untuk data lengkap kadar BOD setiap pengulangan pada K25 dan K50 dapat dilihat pada **Lampiran 6**.



Gambar 4.4 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar BOD, Notasi yang berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata

Besar efisiensi penurunan kadar BOD yang terjadi pada hari ke-4 K50 adalah 10,14%, hari ke-8 K25 sebesar 68,16% dan hari ke-12 K25 sebesar 15,67%. Sedangkan pada bak konsentrasi lainnya terjadi peningkatan kadar BOD yang berkisar antara 35,36% hingga 132%. Dibandingkan dengan hasil pengujian yang dipengaruhi oleh evaporasi, terjadi selisih kadar BOD yang cukup besar yakni 24,5% dan 33,8% untuk

K25 dan K50 pada bak detensi 4. Kemudian pada bak detensi 8 mempunyai selisih 46,8% dan 49,6% untuk K25 dan K50 serta untuk bak detensi 12 memiliki selisih 63,4% dan 59,2% untuk K25 dan K50 yang keseluruhan kadarnya berada di bawah kadar BOD yang dipengaruhi oleh evaporasi. Nilai BOD hari ke-4 K25 berbeda nyata dengan nilai BOD hari ke-8 dan ke-12 K25 serta pada hari ke-8 K50 namun tidak berbeda nyata terhadap nilai BOD hari ke-4 dan ke-12 K50. Kemudian untuk nilai BOD hari ke-8 K25 dan K50 memiliki nilai yang berbeda nyata dengan semua nilai BOD pada kedua konsentrasi. Nilai BOD pada hari ke-12 K25 memiliki nilai yang berbeda nyata dengan semua nilai BOD kedua konsentrasi kecuali terhadap nilai BOD hari ke-4 K50 yang tidak berbeda nyata. Selanjutnya pada nilai BOD hari ke-4 K50 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata terhadap nilai BOD hari ke-4 dan ke-12 K25. Nilai BOD hari ke-12 K50 memiliki nilai berbeda nyata terhadap semua nilai BOD kedua konsentrasi kecuali pada nilai BOD hari ke-4 K25 yang tidak berbeda nyata.

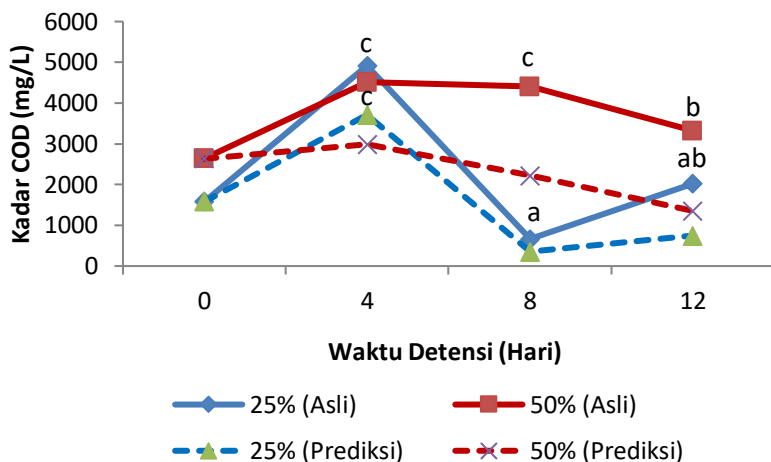
Kenaikan BOD dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, TSS dan pH. Menurut Solihin (2015), faktor yang dapat mempengaruhi kadar BOD dalam air diantaranya adalah suhu dan pH. Semakin meningkatnya suhu air maupun suhu ruangan dapat membuat proses evaporasi meningkat. Peningkatan evaporasi ini menyebabkan air menjadi lebih pekat. Kepekatan ini membuat jumlah bahan organik meningkat sehingga kadar

BOD dan COD ikut naik, hal tersebut dikarenakan BOD merupakan indikator banyak sedikitnya jumlah kandungan bahan organik dalam sebuah perairan dimana apabila kadar BOD semakin tinggi maka jumlah bahan organik yang ada di dalamnya pun akan ikut naik (Sinambela, 2015). Seperti yang dapat dilihat bahwa ketika suhu pada K25 hari ke-9, ke-10 dan ke-12 mengalami kenaikan maka nilai BOD pada bak detensi 12 juga ikut naik. Dilihat dari grafik hasil penelitian maka dapat dikatakan bahwa korelasi antara BOD dengan COD, TSS, dan Suhu adalah berbanding lurus dengan kata lain jika nilai BOD semakin tinggi maka nilai COD, TSS dan Suhu juga semakin tinggi. Berbeda dengan sebagian besar parameter yang memiliki hubungan sama atau berbanding lurus, bila dibandingkan dengan parameter pH, korelasi yang dimiliki adalah berbanding terbalik bila dilihat dari hasil penelitian dan studi pustaka. Menurut Susilo (2016), semakin rendah kadar BOD dan COD maka nilai pH nya semakin tinggi, kenaikan pH terjadi akibat berkurangnya jumlah oksigen di dalam perairan. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Octiana (2015), yakni bila kandungan oksigen di dalam perairan semakin menipis dan kandungan karbondioksida semakin meningkat maka nilai pH akan semakin tinggi. Seperti yang dapat dilihat bahwa ketika pH pada K25 hari ke-5, ke-7 dan ke-8 mengalami kenaikan maka nilai BOD bak detensi 8 mengalami penurunan, hal yang sama

juga terjadi pada nilai BOD bak detensi 12 K50 yang mengalami penurunan ketika nilai pH naik pada hari ke-9, ke-11 dan ke-12.

4.6. Chemical Oxygen Demand

Rata-rata hasil dari pengujian kadar COD pada K25 dan K50 hasil penelitian dan hasil perhitungan prediksi kadar BOD dengan pengendalian evaporasi dapat dilihat pada **Gambar 4.5** sedangkan untuk data lengkap kadar COD setiap pengulangan pada K25 dan K50 dapat dilihat pada **Lampiran 7**.



Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar COD

Besar efisiensi penurunan kadar COD terjadi pada hari ke-8 K25 sebesar 57,87%. Sedangkan pada bak konsentrasi lainnya terjadi peningkatan kadar COD yang berkisar antara 25,63% hingga 211%. Dibandingkan dengan hasil pengujian yang

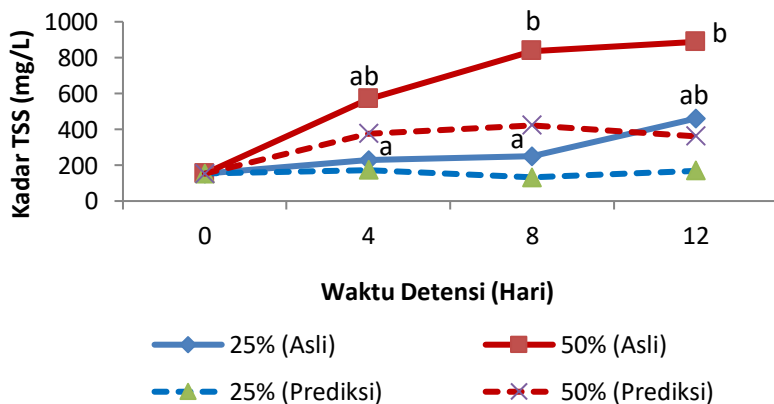
dipengaruhi oleh evaporasi, terjadi selisih kadar COD yang cukup besar yakni sebesar 24,5% dan 33,8% untuk K25 dan K50 pada bak detensi 4. Kemudian pada bak detensi 8 mempunyai selisih 46,8% dan 49,6% untuk K25 dan K50 serta pada bak detensi 12 memiliki selisih 63,4% dan 59,2% untuk K25 dan K50 yang keseluruhan kadarnya berada di bawah kadar COD yang dipengaruhi oleh evaporasi. Nilai COD hari ke-4 K25 berbeda nyata dengan nilai COD hari ke-8 dan ke-12 pada konsentrasi yang sama namun tidak berbeda nyata dengan nilai COD lainnya. Kemudian untuk nilai COD K25 hari ke-8 tidak berbeda nyata dengan nilai COD hari ke-12 pada konsentrasi yang sama namun berbeda nyata dengan nilai COD lainnya. Selanjutnya untuk nilai COD K25 hari ke-12 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan nilai COD hari ke-8 konsentrasi yang sama dan hari ke-12 K50. Nilai COD K50 hari ke-4 memiliki nilai yang berbeda nyata dengan nilai COD K25 hari ke-8 dan ke-12 namun memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan lainnya.

Menurut Boyd (1990), penurunan kadar COD dalam air dapat terjadi bila senyawa organik yang terkandung di dalamnya berkurang. Senyawa organik yang sedikit membuat kebutuhan oksigen untuk penguraiannya juga kecil, dengan meningkatnya nilai TSS maka kadar COD juga akan naik. Hal tersebut telah sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kenaikan TSS diikuti dengan kenaikan COD seperti yang dapat

dilihat ketika nilai COD K25 bak detensi 4 dan 8 naik, nilai TSS pada bak detensi yang sama juga ikut naik. Faktor lain yang dapat mempengaruhi proses penurunan kadar COD di dalam air adalah suhu. Perairan yang memiliki kisaran suhu antara 26°C hingga 30°C merupakan perairan dengan kondisi yang baik bagi mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Yuningsih, 2014). Kadar COD K25 hari ke-12 mengalami kenaikan diikuti dengan kenaikan suhu mencapai 32°C pada hari ke-10.

4.7. Total Suspended Solid

Rata-rata hasil dari pengujian kadar TSS pada K25 dan K50 hasil penelitian dan hasil perhitungan prediksi kadar TSS dengan pengendalian evaporasi dapat dilihat pada **Gambar 4.6** sedangkan untuk data lengkap kadar TSS setiap pengulangan pada K25 dan K50 dapat dilihat pada **Lampiran 8**.



Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Kadar TSS

Kadar TSS mengalami kenaikan pada keseluruhan bak detensi dengan besar kenaikan yang berkisar antara 48,9% hingga 480%. Dibandingkan dengan hasil pengujian yang dipengaruhi oleh evaporasi, terjadi selisih kadar yang cukup besar yakni sebesar 19,4% dan 33,7% untuk K25 dan K50 pada bak detensi 4. Kemudian pada bak detensi 8 mempunyai selisih 46,7% dan 49,6% untuk K25 dan K50 dan untuk bak detensi 12 memiliki selisih 63,4% dan 59,2% untuk K25 dan K50 yang keseluruhan kadarnya berada di bawah kadar TSS yang dipengaruhi oleh evaporasi. Nilai TSS hari ke-4 dan ke-8 K25 berbeda nyata dengan nilai TSS hari ke-8 dan ke-12 pada K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai TSS satu sama lain dan lainnya. Kemudian untuk nilai TSS K25 hari ke-12 dan K50 hari ke-4 tidak berbeda nyata dengan semua nilai TSS pada kedua konsentrasi maupun nilai TSS satu sama lain. Selanjutnya untuk nilai TSS K50 hari ke-8 dan ke-12 berbeda nyata dengan nilai TSS K25 hari ke-4 dan ke-8 namun tidak berbeda nyata dengan nilai TSS satu sama lain dan dengan nilai TSS lainnya.

Kenaikan kadar TSS ini disebabkan oleh peristiwa evaporasi yang diakibatkan oleh kenaikan suhu ruangan dan suhu air yang cukup tinggi sehingga membuat air menjadi semakin pekat setiap harinya. Seperti yang disebutkan oleh Rizki (2015), bahwa TSS dan kekeruhan memiliki korelasi yang

erat dimana salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kekeruhan adalah kadar TSS yang terdiri dari senyawa organik maupun anorganik. Evaporasi menyebabkan air mengalami penguapan namun, tidak serta membuat kandungan senyawa organiknya ikut menguap, hal tersebut membuat semakin pekatnya kandungan senyawa organik dalamnya. Semakin tinggi kandungan senyawa organik yang terkandung di dalamnya membuat kadar BOD dan COD yang ada ikut meningkat (Sinambela, 2015). Selain senyawa organik yang terkandung di dalamnya, senyawa organik dari luar seperti debu dari tanah kering yang ada disekitar tempat perlakuan serta guguran kepala bunga dari tanaman uji yang terbawa oleh angin dan masuk ke dalam air dapat membuat senyawa organik di dalamnya semakin bertambah. Menurut Andini (2015), faktor lingkungan yang dapat menyebabkan kenaikan kadar TSS dalam air diantaranya adalah arus perairan dan angin.

4.8. Logam Kromium

Rata-rata hasil dari pengujian kadar Logam Kromium pada K25 dan K50 hasil penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4.2** sedangkan untuk data lengkap kadar Logam Kromium setiap pengulangan pada K25 dan K50 dapat dilihat pada **Lampiran 9**

Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi Limbah Dan Waktu Detensi Terhadap Kadar Cr

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Kadar Cr (mg/L)		Notasi
			Hasil	Prediksi	

<i>Cyperus haspan</i>	Konsentrasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	10,13	7,65	c
		Hari ke-8 (H2)	9,07	4,82	bc
		Hari ke-12 (H3)	6,99	2,56	ab
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H4)	9,58	6,34	bc
		Hari ke-8 (H5)	8,41	4,24	bc
		Hari ke-12 (H6)	6,57	2,68	ab

Keterangan: Kadar prediksi merupakan hasil yang didapatkan dengan memperhitungkan pengendalian evaporasi

Kadar logam kromium mengalami penurunan pada keseluruhan bak detensi. Besar efisiensi penurunan yang terjadi pada hari ke-4 K25 dan K50 adalah 19%, selanjutnya pada hari ke-8 K25 dan K50 terjadi penurunan sebesar 28% dan 29%, sedangkan penurunan yang terjadi pada hari ke-12 K25 dan K50 adalah sebesar 44%. Dibandingkan dengan hasil pengujian yang dipengaruhi oleh evaporasi, terjadi selisih kadar yang cukup besar yakni sebesar 24,5% dan 33,8% untuk K25 dan K50 pada bak detensi 4. Kemudian pada bak detensi 8 mempunyai selisih 46,9% dan 49,6% untuk K25 dan K50 serta pada bak detensi 12 memiliki selisih 63,4% dan 59,2% untuk K25 dan K50 yang keseluruhan kadarnya berada di bawah kadar Kromium yang dipengaruhi oleh evaporasi. Nilai kromium hari ke-4 K25 tidak berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-8 K25 juga pada hari ke-4 K50 namun berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya. Kemudian untuk nilai kromium hari ke-8 K25 berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-12 K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya pada kedua

konsentrasi. Nilai kromium K25 hari ke-12 berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-4 pada konsentrasi yang sama namun tidak berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya pada kedua konsentrasi. Nilai kromium K50 hari ke-4 berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-12 K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya pada kedua konsentrasi. Selanjutnya nilai kromium pada K50 hari ke-8 berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-4 K25 dan hari ke-12 K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya pada kedua konsentrasi. Lalu untuk nilai kromium pada K50 hari ke-12 tidak berbeda nyata dengan nilai kromium hari ke-12 K25 namun berbeda nyata dengan nilai kromium lainnya pada kedua konsentrasi.

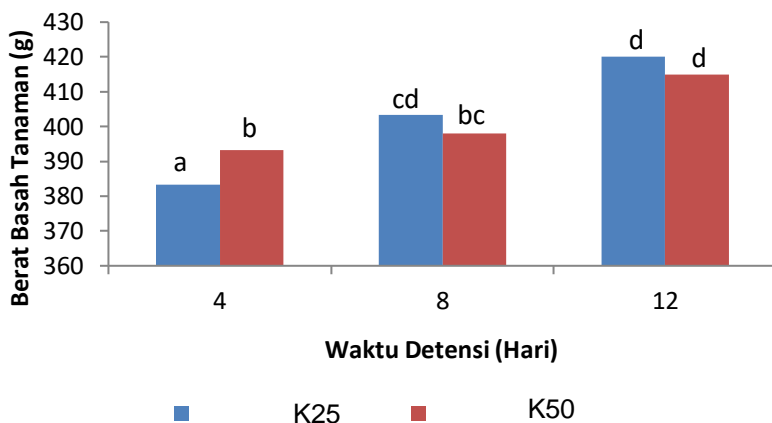
Dilihat dari diagram kadar logam kromium dapat disimpulkan bahwa kedua konsentrasi mengalami penurunan pada setiap waktu detensinya. Hal yang mempengaruhi kenaikan serta penurunan kadar logam adalah nilai pH. Menurut Ayres (1994), kenaikan nilai pH mendekati basa dapat membantu menurunkan kadar logam berat. Peran pH yang memiliki pengaruh terhadap kadar logam juga disebutkan oleh Listiana (2013), bahwa faktor yang dapat mempengaruhi logam di dalam air salah satunya adalah pH air tersebut, dimana kenaikan dari pH air akan diikuti dengan penurunan kadar logam yang terkandung di dalamnya karena kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan

dengan partikel pada badan air dipengaruhi oleh kenaikan pH. Selain itu, pada sebuah penelitian menyebutkan bahwa penurunan logam kromium paling efektif adalah pada pH 12 diantara rentang pH 7 hingga 12 (Meirinna, 2013). Hal tersebut didukung oleh hasil pengukuran pH serta pengujian nilai kromium yang menunjukkan korelasi berkebalikan. Nilai pH pada hari ke-3, ke-5, ke-7 hingga ke-12 untuk kedua konsentrasi mengalami kenaikan diikuti dengan penurunan nilai kromium pada setiap bak detensi.

Selain melakukan pengujian kadar logam pada air, pengujian tanaman *Cyperus haspan* atau tanaman uji pada penelitian juga dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-12. Tanaman uji yang digunakan pada penelitian ini memiliki kandungan kromium awal pada tubuhnya sebesar 0,18 mg/kg. Ketika dilakukan pengujian kadar logam kromium setelah penelitian pada hari ke-12 diperoleh hasil penyerapan sebesar 0,95 mg/kg pada K25 dan 1,17 mg/kg pada K50.

4.9. Berat Basah Dan Berat Kering Tanaman

Rata-rata nilai berat basah awal dan berat basah akhir tanaman uji pada kedua konsentrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.7**, kemudian untuk berat kering setiap tanaman uji dapat dilihat pada **Gambar 4.8** sedangkan untuk nilai pengukuran berat basah dan kering secara rinci dapat dilihat pada **Lampiran 10** dan **Lampiran 11**.

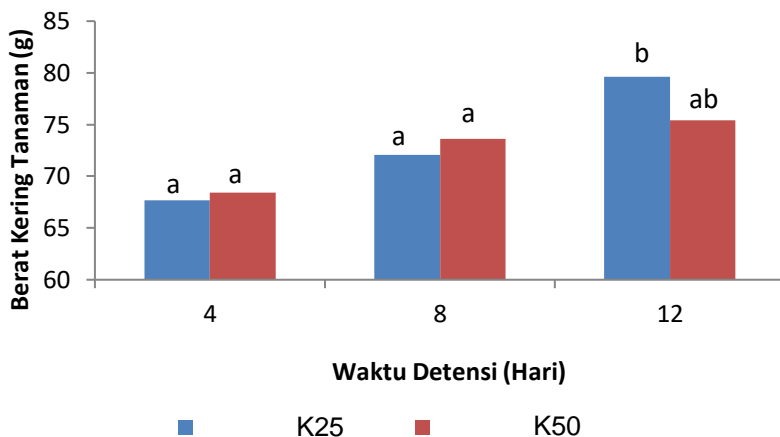


Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Berat Basah Tanaman

Nilai berat basah K25 hari ke-4 berbeda nyata dengan berat basah lainnya pada kedua konsentrasi. Kemudian untuk nilai berat basah K25 hari ke-8 berbeda nyata dengan berat basah hari ke-4 K25 dan pada hari ke-4 K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai berat basah lainnya. Nilai berat basah pada hari ke-12 K25 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan nilai berat basah pada hari ke-8 K25 dan hari ke-12 K50 namun berbeda nyata dengan nilai berat basah lainnya. Selanjutnya untuk nilai berat basah hari ke-4 K50 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata terhadap nilai berat basah pada hari ke-8 K50 namun berbeda nyata dengan nilai berat basah lainnya. Nilai berat basah K50 hari ke-8 memiliki nilai yang berbeda nyata terhadap nilai berat basah hari ke-12 K50 dan

hari ke-4 K25. Sedangkan untuk nilai berat basah K50 hari ke-12 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan nilai berat basah K25 hari ke-8 dan ke-12 namun berbeda nyata dengan nilai berat basah lainnya. Selama 12 hari terjadi peningkatan berat basah tanaman sebesar 26% pada K25 dan sebesar 19% pada K50.

Tanaman uji pada setiap waktu detensi mengalami peningkatan berat basah baik pada K25 maupun K50. Kenaikan berat basah pada tanaman baik pada K25 maupun K50 menandakan bahwa tanaman *Cyperus haspan* yang digunakan sebagai tanaman uji masih tetap hidup dan bertumbuh selama 12 hari waktu penelitian. Menurut Nisa (2012), pertumbuhan yang dapat diukur secara kuantitatif memiliki hubungan yang erat dengan perubahan ukuran dan massa. Perubahan yang dimaksudkan dapat berupa peningkatan ukuran atau jumlah fisik dari tumbuhan serta pertambahan massa dari organ pada tanaman sehingga meningkatkan massa tumbuhan secara umum. Hal senada juga diungkapkan oleh Handayani (2014), bahwa aktifitas pertumbuhan tanaman berupa penyerapan unsur hara dapat mempengaruhi peningkatan berat tajuk akarnya.



Gambar 4.8 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Berat Kering Tanaman

Nilai berat kering K25 dan K50 pada hari ke-4 berbeda nyata dengan nilai berat kering hari ke-12 K50 namun tidak berbeda nyata dengan nilai berat kering lainnya begitu juga sebaliknya. Sedangkan untuk nilai berat kering hari ke-8 K25, hari ke-8 dan ke-12 K50 memiliki nilai yang tidak berbeda nyata dengan semua nilai lainnya pada kedua konsentrasi. Selama 12 hari terjadi peningkatan berat kering tanaman sebesar 10% pada K25 dan sebesar 9% pada K50. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertambahan berat kering tanaman adalah besar serapan unsur hara yang diperlukan untuk aktifitas pertumbuhan tanaman uji. Menurut Ratnawati (2014), berat kering tanaman dipengaruhi oleh besar unsur hara yang terserap serta ketersediaan air, apabila penyerapan unsur hara yang

dibutuhkan terhambat maka akan terjadi penurunan berat kering tanaman tersebut. Selain faktor penyerapan unsur hara, faktor lain yang mempengaruhi berat kering tanaman adalah fotosintesis. Menurut Lestari (2006), proses fotosintesis berupa penyerapan CO_2 membantu meningkatkan berat kering tanaman. Tempat penelitian yang memiliki cukup paparan sinar matahari menjadikan proses fotosintesis tanaman uji berjalan dengan baik sehingga dapat meningkatkan berat keringnya. Luas daun juga dapat mempengaruhi besar berat kering suatu tanaman. Daun yang memiliki luasan besar akan lebih maksimal dalam melakukan fotosintesis. Bahan organik hasil fotosintesis sebagian besar disimpan di dalam daun tanaman sehingga apabila daun atau tumbuhan dikeringkan, bahan organik yang tersimpan dalam daun akan membuat berat kering suatu tanaman bertambah (Mangera, 2013).

Dilihat dari berat kering yang ada maka dapat dihitung besar kandungan air pada tanaman uji setelah penelitian menggunakan rumus $\frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100\%$ sehingga, diperoleh besar kandungan air pada tanaman uji bak detensi 4 sebesar 82,3% untuk K25 dan 82,6% untuk K50. Kemudian pada tanaman uji bak detensi 8 sebesar 82% untuk K25 dan 81,5% untuk K50, sedangkan pada tanaman uji bak detensi 12 sebesar 81% untuk K25 dan 81,8% untuk K50.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Tanaman *Cyperus haspan* melakukan penyerapan logam kromium paling efektif adalah pada hari ke-12 untuk kedua konsentrasi masing-masing sebesar 44%.
2. Penurunan kadar BOD air limbah paling efektif adalah pada hari ke-8 K25 dan hari ke-4 K50 sebesar 68% dan 10%.
3. Penurunan kadar COD air limbah paling efektif adalah pada hari ke-8 K25 yakni sebesar 57,8%.
4. Kenaikan berat basah paling tinggi untuk K25 dan K50 secara berturut-turut adalah pada bak detensi 12 sebesar 10% dan 8,7%
5. Kenaikan berat kering paling tinggi untuk K25 dan K50 secara berturut-turut adalah pada bak detensi 12 sebesar 25,75% dan 19,1%.
6. Evaporasi mempengaruhi kenaikan kadar BOD, COD dan TSS pada air dengan rentang secara berturut-turut sebesar 24,5%-63,4%, 24,5%-63,4% dan 19,4%-63,4%.

5.2. Saran

1. Penambahan jumlah rumpun atau massa tanaman uji untuk meningkatkan kemampuan penyerapan bahan pencemar
2. Penambahan teknologi aerasi untuk membantu penurunan kadar BOD dan COD agar lebih maksimal

3. Pengujian kadar logam Cr untuk masing-masing konsentrasi pada hari ke 0
4. Tidak mengaduk air limbah perlakuan ketika proses pengambilan sampel
5. Menutup bagian atas bak uji untuk mencegah masuknya padatan baru dari lingkungan

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani. 2014. *Makalah Kimia Logam Berat Kromium*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Agustira, R. 2013. *Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Al-Harisi, F. C. 2008. *Penetapan Kadar Zn Dan Fe di Dalam Tahu Yang Dibungkus Plastik dan Daun Yang Dijual Di Pasar Kartasura Dengan Menggunakan Metode Pengaktifan Neutron*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Anam, M. M. 2013. *Penurunan Kandungan Logam Pb Dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum Hyemale) Dan Zeolit*. Universitas Brawijaya. Malang
- Andini, V. M., Mutiara, I., Witasari, Y. 2015. *Studi Persebaran Total Suspended Solid (Tss) Menggunakan Citra Aqua Modis Di Laut Senunu, Nusa Tenggara Barat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Anonim. 2016. *Cara Menanam Bunga Calla Lily*. Jumat 25 November 2016. Makassar.
<http://bibitbunga.com/blog/cara-menanam-bunga-calla-lily/>. Diakses 12 November 2017

- Anshori. 2011. *Keeksotisan Batik Jawa Timur Memahami Motif Dan Keunikannya*. PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta
- Ayres, D.M, Davis, A.P, Gietka, P.M. 1994. *Removing Heavy Metals Frpm Wastewater*. University Of Maryland: Engineering Research Center Report.
- Boyd, B. 1990. *Corporate Linkages And Organizational Environment: A Test Of The Resource Dependence Model*. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd.
- Cuvin, M. L. A., & Umaly, R. C. 1988. *Uptake And Elimination Of Iodine-131 By The Freshwater Clam Corbicula Manilensis Philippi*. Water, Natural And Applied Science Bulletin 40(3): 141-158.
- Fitriana, Y. 2014. *Potensi Tanaman Air Mencuat Cyperus Haspan L. Dalam Memperbaiki Kualitas Air Limbah Rumah Potong Hewan Dengan Sistem Artificial Wetland*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Foden, W. 2010. *Zantedeschia Aethiopica*. The Iucn Red List Of Threatened Species 2010. United Kingdom
- Handayani, I. F., Setyowati, E., Santoso, A. M. 2013. *Efisiensi Fitoremediasi Pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan Salvinia Molesta Mitchel*. Universitas Nusantara PGRI Kediri. Kediri
- Handayani, S., Amri, A. I., Khoiri, M. A. 2014. *Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Pada Media Campuran Gambut Dengan Effluent Di Pembibitan Utama*. Universitas Riau. Riau

- Haryadi, S. 2004. *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Herfiani, Z. H. 2017. *Pengolahan Limbah Cair Zat Warna Jenis Indigosol Blue (C.I Vat Blue 4) Sebagai Hasil Produksi Kain Batik Menggunakan Metode Ozonasi Dan Adsorpsi Arang Aktif Batok Kelapa Terhadap Parameter COD dan Warna*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Hertiyani, N. 2016. *Pemanfaatan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Seng (Zn) Dalam Limbah Cair Pewarna Indigosol Pada Industri Batik Dengan Penambahan Bakteri Indigenus*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta
- Hidayah, S. C. 2015. *Fitoremediasi Logam Krom Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Sistem Sirkulasi*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Hidayati, N. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Phytoremediation And Potency Of Hyperaccumulator Plants*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor
- Husni, H dan Esmiralda, Mf. 2011. *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio Linn.) (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tahu "Super", Padang)*. Universitas Andalas. Padang
- Ismarti. 2014. *Dinamika Logam Berat Cu, Cd Dan Pb Di Perairan Barat Pulau Batam*. Universitas Riau Kepulauan. Riau.

- Juhaeti, T. 2005. *Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- 2006. *Potensi Tumbuhan Liar Dari Lokasi Penampungan Limbah Tailing PT Antam Cikotok Untuk Fitoremediasi Lahan Tercemar Sianida*. Pusat Penelitian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta
- Junaidi. 2006. *Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Korkusuz, E. A. 2004. *Domestic Wastewater Treatment In Pilot-Scale Constructed Wetlands Implemented In The Middle East Technical University*. The Middle East Technical University. Turki
- Kurniawan, M. W. 2013. *Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Sukoharjo*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Lestari, G. W., Solichatun, Sugiyarto. 2006. *Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, Dan Laju Respirasi Tanaman Garut (Maranta Arundinacea L.) Setelah Pemberian Asam Giberelat (Ga₃)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Listiana, V. 2013. *Analisis Kadar Logam Berat Kromium (Cr) Dengan Ekstraksi Pelarut Asam Sulfat (H₂SO₄) Menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometry*

(Aas) Di Sungai Donan (Cilacap) Pada Jarak 2 Km Sesudah PT. Pertamina. Institut Agama Islam Negeri Walisongo. Semarang

- Malik, R. A. 2016. *Potensi Tanaman Air Sebagai Fitoakumulator Logam Kromium Dalam Limbah Cair Tekstil*. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Jakarta
- Mangera, Y. 2013. *Analisis Pertumbuhan Tanaman Gandum Pada Beberapa Kerapatan Tanaman Dan Imbangan Pupuk Nitrogen Anorganik Dan Nitrogen Kompos*. Universitas Musamus. Merauke
- Murwati, S. 1997. *Daya Saing Proses "Batik Radioan" Dengan Zat Warna Reaktif Dan Indanthreen*. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta
- Meirinna., Fahrurrozi., Santosa, S. J. 2013. *Sistem Penurunan Kadar Krom (iii) Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Kombinasi Presipitasi Menggunakan Natrium Hidroksida Dan Adsorpsi Menggunakan Bagase Fly Ash*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Metcalf., Eddy. 1990. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. New York: Marcel Dekker Inc
- Nisa, M. 2012. *Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Andalas. Padang
- Notohadiprawiro, T. 1998. *Tanah dan Lingkungan*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. Jakarta

- Octiana, E. R., Mahmud. Nirtha, Rd. I. 2015. *Analisis Derajat Keasaman Dan Oksigen Terlarut Pada Air Asam Tambang: Studi Kasus VOID M4E-West Di PT Jorong Barutama Greston*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- Oktavia, Z., Budiyono., Dewanti, N. A. Y. 2016. *Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Pabiban, D., Namas, M., Sarifudin, K. 2016. *Rancang Bangun Sistem Distilasi Surya Tipe Parabolic Untuk Menurunkan Kadar Salinitas Air Laut*. Politeknik Negeri Kupang. Kupang.
- Perdana, M. 2013. *Fotoelektrokatalisis Kromium (VI) Menjadi Kromium (III) Dengan Menggunakan Elektroda Timbal Dioksida (PbO₂)*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Plants Rescue. 2017. *Plants And Flowers. A Comprehensive Plants Dan Flower Database*. <http://www.plantsrescue.com/cyperus-haspan/>
- Prijono, S., Laksmana, M. T. S. 2016. *Studi Laju Transpirasi Peltophorum dassyrachis dan Gliricidia sepium Pada Sistem Budidaya Tanaman Pagar Serta Pengaruhnya Terhadap Konduktivitas Hidrolik Tidak Jenuh*. Universitas Brawijaya. Malang
- Qomariyah, S., Sobriyah., Koosdaryani., Muttaqien, A. Y. 2017. *Lahan Basah Buatan Sebagai Pengolah Limbah Cair*

Dan Penyedia Air Non-Konsumsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

- Ratnawati., Purwanto, A., Budiwati., Suratsih., Maharani, R. A., Lukitasari, D. 2014. *Pengaruh Variasi Kadar Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Beberapa Jenis Sayuran Buah Dengan Pemaparan Suara Belalang Termanipulasi.* Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Rizki, N. 2015. *Penurunan Konsentrasi Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan Dan Bioball.* Universitas Diponegoro. Semarang
- Romli, M. 2015. *Biokonversi Anaerobik Berbagai Ukuran Sampah Kota Dalam Sistem Lysimeter Untuk Produksi Biogas dan Pupuk.* Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rondonuwu, S. B. 2014. *Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman Dan Sistem Reaktor.* Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Rossi, B. S. 2014. *Penurunan Konsentrasi Logam Pb²⁺ Dan Cd²⁺ Pada Limbah Cair Industri Sasirangan Dengan Metode Fitoremediasi.* Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- Samsi, S. S. 2011. *Teknik Dan Ragam Hias Batik Yogya Dan Solo. Yayasan Titian Masa Depan (Titian Poundation).* Jakarta
- Sartono, C. M., Soedarsono, P., Muskanonfola, M. R. 2013. *Konversi Tonase Air Dengan Berat Garam Yang*

Terbentuk Di Areal Pertambakan Tanggultlare Jepara.
Universitas Diponegoro. Semarang

- Setyawati, A. 2016. *Pengaruh Pemberian Senyawa $CrCl_3.6H_2O$ Terhadap Kadar Gula Darah Tikus Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Dengan Streptozotocin-Nicotinamide.* Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Siagian, L. 2014. *Dampak Dan Pengendalian Limbah Cair Industri.* Universitas HKBP Nommensen. Medan
- Sinambela, M. Sipayung, M. 2015. *Makrozoobentos Dengan Parameter Fisika Dan Kimia Di Perairan Sungai Babura Kabupaten Deli Serdang.* Universitas Negeri Medan. Medan
- Solihin, A., Hasani, Q., Yulianto, H. 2015. Hubungan Perubahan Kualitas Air Dan Pertumbuhan Fitoplankton Berbahaya Pada Lingkungan Budidaya Ikan Di Perairan Ringgung Teluk Lampung. Universitas Lampung. Lampung
- Styani, F. D. N. 2013. *Efektivitas Biji Jayanti (Sesbania Sesban) Sebagai Biokoagulan Dalam Memperbaiki Sifat Fisik Dan Kimiawi Limbah Cair Industri Batik.* Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Suharyono, Y. A. 2011 *Perencanaan Embung Kalen Desa Hargosari Kecamatan Tanjungsari Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta.* Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta

- Suprihatin, H. 2014. *Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoharjo Dan Alternatif Pengolahannya*. Institut Teknologi Pembangunan Surabaya. Surabaya
- Susilo, F. A. P. 2016. *Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD dan COD Limbah Tapioka dengan Metode Rotating Biological Contactor*. Universitas Brawijaya. Malang
- Suswati, A. C. S. P., Wibisono, G. 2013. *Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetland)*. Universitas Brawijaya. Malang
- Sutoyo. 2011. *Masalah dan Peranan CO₂ Pada Produksi Tanaman*. Unviersitas Tribhuwana Tunggadewi. Malang.
- Sutresna, N. 2007. *Cerdas Belajar Kimia*. Grafindo Media Pratama. Jakarta
- Tonapa, R. 2015. *Potensi Tanaman Alfalfa (Medicago Sativa L.) Sebagai Fitoremediator Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb)*. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta
- Tyas, M. W. 2014. *Analisis Nomografi Suhu, Laju Penguapan Dan Tekanan Udara Pada Alat Desalinasi Tenaga Surya Dengan Pengaturan Vakum*. Universitas Brawijaya. Malang
- USDA. 2018. *Natural Resources Conservation Service*. United States Department Of Agriculture. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=cyha>

repository.ub.ac.id

Widowati, Dkk. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit C.V Andi Offset. Yogyakarta

Yuningsih, H. D., Soedarsono, P., Anggoro, S. 2014. *Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan Pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka Dan Keramba Jaring Apung Di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro. Semarang

Lampiran 1 Hasil Uji Kandungan Logam Cr pada Air Limbah



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-554403
<http://kimia.ub.ac.id>, email : kimia@ub.ac.id

Activated
Go to Setting

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : C.02 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2018

1. Data Konsumen
Nama : Riza Amanah
Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
Alamat : Jl. Veteran Malang
Telepon : 087835352082
Status : Mahasiswa-S1
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
Nama Sampel : *Limbah Cair Batik*
Wujud : Cair
Warna : Hitam
Bau : Tidak Berbau
4. Prosedur Analis : Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 28 Desember 2017
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	B	Cr	11,31 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
2	D	Cr	9,97 ± 0,00	mg/L	Aquaregia	AAS
3	F	Cr	9,10 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
4	H	Cr	10,84 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
5	J	Cr	8,31 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
6	SMR	Cr	2,37 ± 0,00	mg/L	Aquaregia	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo.
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan
Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Air Limbah Bak Detensi 4



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62 -341-554403
http://kimia.ub.ac.id, email : kimia@ub.ac.id

Activating
Go to Setting

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : C.03 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2018

1. Data Konsumen
 - Nama : Riza Amanah
 - Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
 - Alamat : Jl. Veteran Malang
 - Telepon : 087835352082
 - Status : Mahasiswa-S1
 - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
 - Nama Sampel : **Limbah Batik Blimbing**
 - Wujud : Cair
 - Warna : Hitam dan Coklat
 - Bau : Tidak Berbau
4. Prosedur Analisis : Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 02 Januari 2018
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	N	Cr	9,89 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
2	P	Cr	9,02 ± 0,22	mg/L	Aquaregia	AAS
3	R	Cr	8,31 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
4	T	Cr	9,57 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
5	V	Cr	7,52 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
6	X	Cr	8,15 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan
Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Air Limbah Bak Detensi 8



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-554403
http://kimia.ub.ac.id, email : kimia@ub.ac.id

Activate
Go to Settings

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : C.04 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2018

1. Data Konsumen

Nama : Riza Amanah
Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
Alamat : Jl. Veteran Malang
Telepon : 087835352082
Status : Mahasiswa-S1
Keperluan Analisis : Uji Kualitas

2. Sampling Dilakukan Oleh

: Konsumen

3. Identifikasi Sampel

Nama Sampel : *Limbah Batik Blimbing dan Air Sumur*

Wujud : Cair

Warna : Hitam dan Bening

Bau : Tidak Berbau

4. Prosedur Analisis

: Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang

5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis

: Diambil Langsung

6. Tanggal Terima Sampel

: 09 Januari 2018

7. Data Hasil Analisis

:

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	SMR1	Cr	1,58 ± 0,00	mg/L	Aquaregia	AAS
2	Z	Cr	7,99 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
3	BB	Cr	6,72 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
4	DD	Cr	6,25 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
5	FF	Cr	7,12 ± 0,00	mg/L	Aquaregia	AAS
6	HH	Cr	6,09 ± 0,11	mg/L	Aquaregia	AAS
7	JJ	Cr	6,49 ± 0,00	mg/L	Aquaregia	AAS

Catatan:

- Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
- Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan
Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Air Limbah Bak Detensi 12

Lampiran 2 Hasil Uji Kandungan Logam Cr pada Tanaman



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-579338, fax : +62-341-554403
http://kimia.ub.ac.id email : kimia@ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : TN.02 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2018

1. Data Konsumen
 - Nama : Nanda Shabrina Nuralita
 - Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
 - Alamat : Jl. Veteran Malang
 - Telepon : 081235549358
 - Status : Mahasiswa-S1
 - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
 - Nama Sampel : Tanaman *Cyperus haspan* Awal
 - Wujud : Padat
 - Warna : Coklat dan Hijau
 - Bau : Tidak Berbau
4. Prosedur Analis : Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 03 Januari 2018
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	A Atas	Cr	0,08 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
2	A Bawah	Cr	0,10 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
3	B Atas	Cr	0,04 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
4	B Bawah	Cr	0,06 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
5	C Atas	Cr	0,12 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
6	C Bawah	Cr	0,14 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia,

Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan
Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Tanaman Awal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65143, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-579828, Fax : +62-341-584463
http://kimia.ub.ac.id email : kimia@ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : TN.06 / RL5 / T.1 / RL0 / TT. 150803 / 2018

1. Data Konsumen
 - Nama : Nanda Shabrina Nurmaita
 - Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
 - Alamat : Jl. Veteran Malang
 - Telepon : 081233549358
 - Status : Mahasiswa-S1
 - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
 - Nama Sampel : *Tanaman Cyperus haspan Hari Ke-12*
 - Wujud : Padat
 - Warna : Hijau dan Hitam
 - Bau : Tidak Berbau
4. Prosedur Analis : Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 09 Januari 2018
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pencakki	Metode
1	P1 Atas	Cr	0,55 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
2	P1 Bawah	Cr	0,61 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
3	P2 Atas	Cr	0,67 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
4	P2 Bawah	Cr	0,63 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
5	P3 Atas	Cr	0,40 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
6	P3 Bawah	Cr	0,48 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia,




Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Tanaman Konsentrasi 25% Akhir



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-534401
http://kimia.ub.ac.id email : kimia@ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : TN.08 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2018

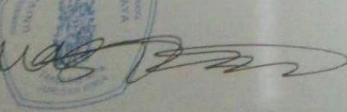
<ol style="list-style-type: none"> 1. Data Konsumen <ul style="list-style-type: none"> Nama : Wahyudiarta Instansi : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Alamat : Jl. Veteran Malang Telepon : 082257541414 Status : Mahasiswa-S1 Keperluan Analisis : Uji Kualitas 2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen 3. Identifikasi Sampel <ul style="list-style-type: none"> Nama Sampel : <i>Tanaman Cyperus haspan Hari Ke-12</i> Wujud : Padat Warna : Hijau dan Hitam Bau : Tidak Berbau 4. Prosedur Analis : Dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang 5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung 6. Tanggal Terima Sampel : 09 Januari 2018 7. Data Hasil Analisis : 	
--	--

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	12-1 Atas	Cr	0,67 ± 0,01	mg/kg	Aquaregia	AAS
2	12-1 Bawah	Cr	0,60 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
3	12-2 Atas	Cr	0,52 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
4	12-2 Bawah	Cr	0,67 ± 0,00	mg/kg	Aquaregia	AAS
5	12-3 Atas	Cr	0,77 ± 0,01	mg/kg	Aquaregia	AAS
6	12-3 Bawah	Cr	0,83 ± 0,01	mg/kg	Aquaregia	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

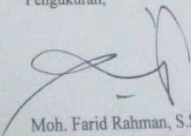
Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia,



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 30 Januari 2018

Ketua UPT Layanan Analisa dan Pengukuran,



Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 19700720 199702 1 001

Hasil Uji Logam Cr Tanaman Konsentrasi 50% Akhir

Lampiran 3 Hasil Uji Kandungan BOD, COD dan TSS pada Air Limbah



Nomor : 0114 S/LL MLG/II/2018

Halaman
Page 2

Kode Contoh Uji : Ex. 446 - 453 /PC/XII/2017/ 497 - 504
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PIT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 28 Desember 2017 - 12 Januari 2018
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Kat
Kode 25%					
1	BOD	mg/L	638,5	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	1580	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	153,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode 50%					
1	BOD	mg/L	651,0	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	2640	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	533,5	APHA 2540 D-2005	-
Kode A					
1	BOD	mg/L	586,0	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	4060	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	547,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode G					
1	BOD	mg/L	866,0	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	4940	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	459,5	APHA 2540 D-2005	-
Kode i					
1	BOD	mg/L	906,0	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	4370	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	267,5	APHA 2540 D-2005	-
Kode K					
1	BOD	mg/L	1336	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	4540	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	656,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode C					
1	BOD	mg/L	1554	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	6140	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	218,5	APHA 2540 D-2005	-
Kode E					
1	BOD	mg/L	821,0	APHA 5210 B-1958	-
2	COD	mg/L	4240	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	197,5	APHA 2540 D-2005	-

Hasil Uji BOD, COD dan TSS Air Limbah Awal dan Bak Detensi



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojojaya-Mojowarto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 33333
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 0152 S/LL MLG/II/2018

Halaman
Page 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Exl. 11 - 16 /PCA/2018/ 32 - 37

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

Tempat Analisa
Place of Analysis

Laboratorium Lingkungan FJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

02 Januari - 12 Januari 2018

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Ket
Kode M					
1	BOD	mg/l	214,7	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	748,3	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	280,5	APHA. 2540 D-2005	-
Kode Q					
1	BOD	mg/l	189,2	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	622,1	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	193,3	APHA. 2540 D-2005	-
Kode O					
1	BOD	mg/l	205,9	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	626,2	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	273,7	APHA. 2540 D-2005	-
Kode S					
1	BOD	mg/l	1596	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	4830	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	1515	APHA. 2540 D-2005	-
Kode U					
1	BOD	mg/l	855,9	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	3410	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	568,0	APHA. 2540 D-2005	-
Kode W					
1	BOD	mg/l	1661	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	4960	QU/LKA/19 (Spectrofotometri)	-
3	TSS	mg/l	427,2	APHA. 2540 D-2005	-



Hasil Uji BOD, COD dan TSS Air Limbah Bak Detensi 8



LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551576
 Dosa Lengkong Koc. Mojoaryar Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 531960, Fax. (0321) 33331
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

Nomor : 0203 S/L/L MLG/II/2018

Kode Contoh Uji
Sample Code

: Kot. 102 - 107 /PK /I/2018/ 142 - 147

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Lingkungan PJTI Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 08 Januari - 19 Januari 2018

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Kot
Kode Y					
1	BOD	mg/L	405,9	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	1280	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	432,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode AA					
1	BOD	mg/L	443,4	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	1670	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	458,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode CC					
1	BOD	mg/L	765,9	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	3120	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	490,7	APHA 2540 D-2005	-
Kode EE					
1	BOD	mg/L	930,9	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	4370	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	886,5	APHA 2540 D-2005	-
Kode ii					
1	BOD	mg/L	410,9	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	1720	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	867,0	APHA 2540 D-2005	-
Kode GG					
1	BOD	mg/L	885,9	APHA 5210 B-1998	-
2	COD	mg/L	3910	QUICKA/19 (Spektrofotometri)	-
3	TSS	mg/L	909,0	APHA 2540 D-2005	-



Hasil Uji BOD, COD dan TSS Air Limbah Bak Detensi 12

Lampiran 4 Data Hasil Pengukuran Suhu

			Ulangan ke	Hari ke												
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Konsentrasi 25%	Bak 4	Detensi	1	28,7	27,8	30,0	27,5	28,2								
			2	28,5	28,0	29,8	27,0	28,2								
			3	28,0	28,8	29,8	27,5	28,3								
	Bak 8	Detensi	1	29,7	28,0	28,8	27,7	28,3	30,7	29,7	28,5	27,8				
			2	29,2	28,2	29,8	27,3	28,0	30,0	29,5	29,2	27,5				
			3	27,8	28,5	29,5	28,0	28,7	29,5	29,7	28,7	27,7				
	Bak 12	Detensi	1	28,8	27,7	29,7	27,7	28,2	28,3	29,5	28,7	27,3	29,2	31,2	27,0	29,8
			2	28,7	28,3	29,8	27,0	28,0	28,0	29,5	28,2	27,2	30,0	33,0	27,8	30,5
			3	28,2	28,3	29,0	27,7	28,3	28,8	29,5	28,2	26,8	29,8	32,0	27,2	30,0
	Rata-rata			28,6	28,2	29,6	27,5	28,2	29,2	29,6	28,6	27,4	29,7	32,1	27,3	30,1

Konsentrasi 50%	Bak Detensi 4	1	29,3	28,2	28,5	26,2	28,3								
		2	29,0	28,5	28,8	27,0	28,2								
		3	29,5	28,0	28,2	27,0	29,0								
	Bak Detensi 8	1	29,3	27,8	29,0	26,2	28,5	28,7	29,2	24,5	27,3				
		2	29,5	28,0	28,5	26,3	28,2	28,2	29,2	27,8	27,0				
		3	30,2	28,8	29,7	26,3	29,0	28,3	29,5	28,5	27,2				
	Bak Detensi 12	1	28,3	28,5	28,3	26,8	28,2	28,0	29,0	28,2	26,8	29,2	31,3	30,0	29,0
		2	28,5	27,8	27,3	26,8	28,0	28,0	29,0	28,2	26,8	28,7	29,0	29,5	29,0
		3	29,7	28,0	28,7	27,2	28,2	28,8	29,3	28,5	26,7	29,0	29,0	30,3	29,0
		Rata-rata	29,3	28,2	28,6	26,6	28,4	28,3	29,2	27,6	27,0	29,0	29,8	29,9	29,0

Hari	Detensi 25%			Detensi 50%			Jumlah	Rata-Rata	Maks	Min	Standar Deviasi
	4	8	12	4	8	12					
1	28,22	28,22	28,11	28,22	28,22	28,11	169,11	28,18519	28,22	28,11	0,057
2	29,89	29,39	29,50	28,50	29,06	28,11	174,44	29,07407	29,89	28,11	0,664
3	27,33	27,67	27,44	26,72	26,28	26,94	162,39	27,06481	27,67	26,28	0,516
4	28,22	28,33	28,17	28,50	28,56	28,11	169,89	28,31481	28,56	28,11	0,181
5		30,06	28,39		28,39	28,28	115,11	28,77778	30,06	28,28	0,853
6		29,61	29,50		29,28	29,11	117,50	29,375	29,61	29,11	0,224
7		28,78	28,33		28,06	28,28	113,44	28,36111	28,78	28,06	0,303
8		27,67	27,11		27,17	26,78	108,72	27,18056	27,67	26,78	0,367
9			29,67			28,94	58,61	29,30556	29,67	28,94	0,511
10			32,06			31,39	63,44	31,72222	32,06	31,39	0,471
11			27,33			29,94	57,28	28,63889	29,94	27,33	1,846
12			30,11			29,00	59,11	29,55556	30,11	29,00	0,786

Lampiran 5 Data Hasil Pengukuran pH

		Ulangan ke	Hari ke												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Konsentrasi 25%	Bak Detensi 4	1	8,5	8,2	8,1	8,3	8,0								
		2	8,7	8,1	8,0	8,2	7,9								
		3	8,6	8,1	8,0	8,1	8,0								
	Bak Detensi 8	1	8,7	8,3	8,2	8,4	8,1	8,5	8,2	8,3	8,5				
		2	8,8	8,2	8,0	8,3	7,8	8,3	8,1	8,1	8,5				
		3	8,6	8,1	8,0	8,1	7,9	8,3	8,2	8,3	8,5				
	Bak Detensi 12	1	8,7	8,1	8,1	8,3	7,9	8,3	8,3	8,3	8,6	8,5	8,7	8,8	8,9
		2	8,7	8,2	8,0	8,3	7,9	8,3	8,2	8,3	8,5	8,6	8,6	8,6	8,8
		3	8,6	8,1	8,0	8,2	7,9	8,3	8,1	8,3	8,5	8,6	8,7	8,7	8,9
Rata-rata		8,7	8,1	8,1	8,2	7,9	8,3	8,2	8,3	8,5	8,6	8,7	8,7	8,9	

Konsentrasi 50%	Bak Detensi 4	1	8,7	8,3	8,1	8,1	8,1								
		2	8,6	8,4	8,3	8,4	8,3								
		3	8,7	8,3	8,1	8,3	8,1								
	Bak Detensi 8	1	8,6	8,3	8,1	8,5	8,2	8,3	8,3	8,3	8,4				
		2	8,7	8,3	8,1	8,3	7,9	8,3	8,1	8,1	8,5				
		3	8,7	8,3	8,1	8,4	8,2	8,4	8,2	8,2	8,5				
	Bak Detensi 12	1	8,7	8,4	8,3	8,5	8,2	8,4	8,5	8,4	8,7	8,6	8,7	8,8	8,8
		2	8,7	8,4	8,3	8,4	8,2	8,5	8,4	8,4	8,7	8,6	8,6	8,8	8,9
		3	8,6	8,2	8,3	8,3	8,9	8,2	8,1	8,1	8,4	8,6	8,5	8,5	8,8
		Rata- rata	8,7	8,3	8,2	8,4	8,2	8,4	8,3	8,3	8,5	8,6	8,6	8,7	8,8

Hari	Detensi 25%			Detensi 50%			Jumlah	Rata-Rata	Maks	Min	Standar Deviasi
	4	8	12	4	8	12					
1	8,13	8,20	8,11	8,33	8,31	8,32	49,41	8,235185	8,33	8,11	0,100
2	8,04	8,08	8,04	8,17	8,13	8,30	48,77	8,127778	8,30	8,04	0,098
3	8,19	8,26	8,26	8,28	8,36	8,38	49,71	8,285185	8,38	8,19	0,070
4	7,98	7,93	7,89	8,18	8,10	8,12	48,20	8,033333	8,18	7,89	0,116
5		8,37	8,31		8,31	8,34	33,33	8,333333	8,37	8,31	0,027
6		8,19	8,19		8,20	8,34	32,92	8,230556	8,34	8,19	0,076
7		8,27	8,27		8,21	8,31	33,06	8,263889	8,31	8,21	0,041
8		8,48	8,53		8,46	8,59	34,06	8,513889	8,59	8,46	0,060
9			8,59			8,61	17,20	8,6	8,61	8,59	0,016
10			8,68			8,62	17,30	8,65	8,68	8,62	0,039
11			8,71			8,70	17,41	8,705556	8,71	8,70	0,008
12			8,86			8,80	17,66	8,827778	8,86	8,80	0,039

Lampiran 6 Data Hasil Perhitungan BOD

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	906	855,9	831	2592,9	864,3	cd
		Hari ke-8 (H2)	214,7	205,9	189,2	609,8	203,2667	a
		Hari ke-12 (H3)	405,9	443,4	765,9	1615,2	538,4	b
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H4)	866	586	410,9	1862,9	620,9667	bc
		Hari ke-8 (H5)	1596	1554	1661	4811	1603,667	e
		Hari ke-12 (H6)	930,9	1336	885,9	3152,8	1050,933	d
						14644,6	813,5889	

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	11914683,84	Perlakuan	5	3505357	701071,4	26,64801	3,11	282,0868
JK total perc =	3821060,118	Galat	12	315703	26308,59			
JK perlakuan =	3505357,071	Total	17	3821060				
JK Galat =	315703,0467	BERBEDA NYATA						

Lampiran 7 Data Hasil Perhitungan COD

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	4370	6140	4240	14750	4916,667	c
		Hari ke-8 (H2)	748,3	626,2	622,1	1996,6	665,5333	a
		Hari ke-12 (H3)	1280	1670	3120	6070	2023,333	ab
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H1)	4940	4060	4540	13540	4513,333	c
		Hari ke-8 (H2)	4830	3410	4960	13200	4400	c
		Hari ke-12 (H3)	4320	1720	3910	9950	3316,667	bc
						59506,6	3305,922	

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	196724191,3	Perlakuan	5	41598446	8319689	10,06561	3,11	1581,13
JK total perc =	51516996,43	Galat	12	9918551	826545,9			
JK perlakuan =	41598445,88	Total	17	51516996				
JK Galat =	9918550,553	BERBEDA NYATA						

Lampiran 8 Data Hasil Perhitungan TSS

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	267,5	218,5	197,5	683,5	227,8333	a
		Hari ke-8 (H2)	280,5	273,7	193,3	747,5	249,1667	a
		Hari ke-12 (H3)	432	458	490,7	1380,7	460,2333	ab
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H1)	499,5	547	656	1702,5	567,5	ab
		Hari ke-8 (H2)	1515	568	427,2	2510,2	836,7333	b
		Hari ke-12 (H3)	886,5	867	909	2662,5	887,5	b
						9686,9	538,1611	

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	5213112,867	Perlakuan	5	1193813	238762,6	3,964199	3,11	426,8147
JK total perc =	1916569,543	Galat	12	722756,6	60229,71			
JK perlakuan =	1193812,976	Total	17	1916570				
JK Galat =	722756,5667	BERBEDA NYATA						

Lampiran 9 Data Hasil Perhitungan Logam Kromium

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	11,31	9,97	9,1	30,38	10,12667	c
		Hari ke-8 (H2)	9,89	9,02	8,31	27,22	9,073333	bc
		Hari ke-12 (H3)	7,99	6,72	6,25	20,96	6,986667	ab
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H1)	10,84	8,31	9,58	28,73	9,576667	bc
		Hari ke-8 (H2)	9,57	7,52	8,15	25,24	8,413333	b
		Hari ke-12 (H3)	7,12	6,09	6,49	19,7	6,566667	a
						152,23	8,457222	

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	1287,442939	Perlakuan	5	30,47536	6,095072	6,474477	3,11	1,687412
JK total perc =	41,77216111	Galat	12	11,2968	0,9414			
JK perlakuan =	30,47536111	Total	17	41,77216				
JK Galat =	11,2968	BERBEDA NYATA						

Lampiran 10 Data Hasil Perhitungan Berat Basah Tanaman

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	380	380	390	1150	383,3	a
		Hari ke-8 (H2)	400	410	400	1210	403,3	cd
		Hari ke-12 (H3)	420	420	420	1260	420,0	d
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H1)	390	400	390	1180	393,3	b
		Hari ke-8 (H2)	399	395	400	1194	398,0	bc
		Hari ke-12 (H3)	410	415	420	1245	415,0	d
					7239	402,1667		

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	2911284,5	Perlakuan	5	2802,5	560,5	25,47727	3,11	8,157279
JK total perc =	3066,5	Galat	12	264	22			
JK perlakuan =	2802,5	Total	17	3066,5				
JK Galat =	264	BERBEDA NYATA						

Lampiran 11 Data Hasil Perhitungan Berat Kering Tanaman

Jenis Tanaman (T)	Konsentrasi Limbah (K)	Detensi (H)	Pengulangan (U)			Total	Rata-Rata	Notasi
			1	2	3			
Cyperus haspan	Konsentasi 25% (K25)	Hari ke-4 (H1)	60,7	68,3	74	203	67,7	a
		Hari ke-8 (H2)	72,4	73,1	70,7	216,2	72,1	ab
		Hari ke-12 (H3)	79,4	79,6	79,8	238,8	79,6	b
	Konsentrasi 50% (K50)	Hari ke-4 (H1)	77,2	57,4	70,5	205,1	68,4	a
		Hari ke-8 (H2)	77,4	72,6	70,8	220,8	73,6	ab
		Hari ke-12 (H3)	70,4	77,1	78,7	226,2	75,4	ab
							1310,1	72,78333

		SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	BNT 0,05
FK =	95353,445	Perlakuan	5	300,545	60,109	2,020018	3,11	9,486939
JK total perc =	657,625	Galat	12	357,08	29,75667			
JK perlakuan =	300,545	Total	17	657,625				
JK Galat =	357,08	BERBEDA NYATA						

Lampiran 12 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



(Greenhouse Laboratorium Remediasi)



Aklimatisasi



Sample hari ke-0



Proses penanaman tanaman uji pada air limbah perlakuan



Kondisi akar tanaman uji sebelum perlakuan



Kondisi akar tanaman uji pada bak detensi 4 ketika panen



Proses pengambilan sampel air limbah bak detensi 4



Kondisi tanaman uji pada hari ke-8 penelitian



Kondisi akar tanaman uji pada bak detensi 8 ketika panen



Kondisi tanaman uji pada bak detensi 12 ketika panen

Lampiran 13 Perhitungan Evaporasi

Bak uji	r (cm)	t (cm)	Evapotrans (L)	Evapo (L)	Pengendalian evapo (L) BOD	Pengendalian evapo (L) COD	Pengendalian evapo (L) TSS	Pengendalian evapo (L) Cr
4 K25	11,75	1,5	0,65	0,325	652,23	3710,56	172,06	7,64
4 K50	10,94	2,7	1,01	0,507	411,98	2994,02	376,82	6,36
8 K25	11,50	4,0	1,66	0,831	111,06	363,83	136,03	4,95
8 K50	10,77	5,4	1,97	0,983	808,57	2218,43	422,01	4,24
12 K25	11,25	8,7	3,46	1,729	197,31	741,37	168,58	2,56
12 K50	10,60	8,2	2,89	1,447	429,55	1355,80	362,96	2,69